

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IG

Curso de Especialização em Geoprocessamento

**ANÁLISE DE ROTAS PARA A COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS
NAS ESCOLAS PÚBLICAS DO PLANO PILOTO DE BRASÍLIA/DF**

Renata Fernandes de Araujo

Orientador: Paulo Henrique B. J. Menezes

Brasília/DF
Dezembro, 2012.

Sumário

1. Apresentação	4
1.1 Introdução	4
1.2 Objetivos	5
-Objetivo Geral.....	5
-Objetivos Específicos	5
1.3 Área de Trabalho.....	6
2. Diagnóstico.....	7
2.1 Sistema de Coleta Seletiva no Brasil.....	7
2.2 Caracterização dos Sistemas de Coleta de Resíduo Sólido no Distrito Federal	7
-Composição dos Resíduos Sólidos	8
-Sistema Convencional de Coleta de Resíduos Sólidos.....	8
-Destinação dos Resíduos Sólidos	10
-Coleta Seletiva - Experiências-piloto	10
3. Revisão Bibliográfica.....	12
3.1 Roteirização de Veículos para o Transporte de Resíduos Sólidos.....	12
3.2 Utilização de SIGs para a roteirização.....	12
4. Métodos de Trabalho	14
4.1 Levantamento de Dados	14
-Número de Alunos por Instituição de Ensino	14
-Quantitativo de resíduos sólidos recicláveis por instituição de ensino	16
-Consolidação dos dados levantados	17
4.2 Métodos utilizados para a roteirização dos veículos de coleta.....	18
-Método Semicomputacional Baseado nas Rotas Atuais	18
-Método Computacional – <i>Network Analyst</i>	20
4.3 Critérios para o traçado dos roteiros empíricos e método computacional	21
4.4 Qualificação dos dados	23
5. Resultados Obtidos	24
5.1 Resultados da Simulação Semicomputacional	24
5.2 Resultados da Simulação pela Rotina desenvolvida no <i>Network Analyst</i>	33
5.3 Análise e Comparação dos Resultados Obtidos.....	36
6. Considerações Finais	37
7. Referências Bibliográficas	38
8. Anexos	39
- Planilhas do Método Semicomputacional	39

Índice de Quadros

Quadro 1	Composição do Lixo produzido no DF	8
Quadro 2	Rotina de Coleta nas áreas de abrangência no NURELNORTE	10
Quadro 3	Quantidade de alunos por instituição de ensino	14
Quadro 4	Quantidade de resíduo sólido produzido por modalidade de ensino	17
Quadro 5	Consolidação dos dados levantados	17
Quadro 6	Ganho bruto estimado	17
Quadro 7	Velocidades de deslocamento do caminhão	22
Quadro 8	Subroteiro de Coleta - 1	25
Quadro 9	Quadro resumo - Subroteiro 2	26
Quadro 10	Quadro resumo - Subroteiro 3	27
Quadro 11	Quadro resumo - Subroteiro 4	28
Quadro 12	Quadro resumo - Subroteiro 5	29
Quadro 13	Quadro resumo - Subroteiro 6	30
Quadro 14	Quadro resumo - Subroteiro 7	31
Quadro 15	Tabela resumo - Subroteiros do 1 ao 7	32

Índice de Figuras

Figura 1	Mapa de localização da área de estudo.	6
Figura 2	Estudos para a roteirização de veículos - SLU	9
Figura 3	Galpão do Centro de Triagem do Varjão	11
Figura 4	Planilha para auxílio da roteirização de veículos - Método Semicomputacional	19
Figura 5	Acesso a ferramenta de criação do <i>Network Dataset</i>	20
Figura 6	ArcCatalog com os arquivos de Rede (Network Dataset) adicionados.	21
Figura 7	Caminhão tipo gaiola	22
Figura 8	Erro de topologia identificado (vias)	23
Figura 9	Roteirização para a coleta de resíduos sólidos - Subroteiro 1	24
Figura 10	Roteirização para a coleta de resíduos sólidos - Subroteiro 2	26
Figura 11	Roteirização para a coleta de resíduos sólidos - Subroteiro 3	27
Figura 12	Roteirização para a coleta de resíduos sólidos - Subroteiro 4	28
Figura 13	Roteirização para a coleta de resíduos sólidos - Subroteiro 5	29
Figura 14	Roteirização para a coleta de resíduos sólidos - Subroteiro 6	30
Figura 15	Roteirização para a coleta de resíduos sólidos - Subroteiro 7	31
Figura 16	Roteirização para a coleta de resíduos sólidos	32
Figura 17	Subroteiro 6 - Método Semicomputacional.	33
Figura 18	Detalhe de Roteiro	34
Figura 19	Roteirização para a coleta de resíduos sólidos - Método Computacional.	35
Figura 20	Gráfico de comparação entre métodos	36

1. Apresentação

Esse trabalho é o documento final para o cumprimento do curso de especialização *ato sensu*, promovido pela UnB/IG e está dividido em 5 (cinco) etapas: apresentação, na qual é descrito a definição do problema, os objetivos do trabalho e a apresentação da área de estudo; diagnóstico, análise geral e específica da problemática que envolve os resíduos sólidos no Brasil e no Distrito Federal/DF; revisão bibliográfica, constituída pelos principais conceitos utilizados na fundamentação desta pesquisa; métodos de trabalho, evidenciando as etapas e os principais métodos utilizados para se atingir os objetivos iniciais; e, considerações finais, destacando as conclusões, limitações e desdobramentos do trabalho.

1.1 Introdução

O Governo do Distrito Federal - GDF está planejando construir uma nova área para o tratamento de resíduos sólidos, o Aterro de Samambaia e, para tanto, deverá, em um futuro breve, encerrar as atividades da área utilizada atualmente, o Aterro do Jóquei.

O Aterro do Jóquei, cuja área encontra-se inserida na malha urbana da Vila Estrutural, recebe o despejo dos resíduos sólidos de Brasília desde a década de 60. Com uma área demais de 190 ha e localizado à cerca de 9 km do Plano Piloto, o aterro já excedeu a sua capacidade de armazenamento de lixo. Além disso, o fato de estar localizado na Vila Estrutural e em área limítrofe ao Parque Nacional de Brasília tornou o local inadequado para o tratamento de resíduos sólidos. Apesar dos aspectos restritivos expostos, existem hoje no Aterro mais de 923 pessoas tirando seu sustento das atividades de catação de resíduos.

A desativação do Aterro do Jóquei e a recuperação ambiental da área serão, sem dúvida, de grande valia para a mitigação dos impactos negativos gerados pelo seu funcionamento. Por outro lado, o encerramento das suas atividades representará um impacto direto às famílias de catadores que têm na atividade de catação sua principal fonte de renda.

Com base nessa realidade, o GDF elaborou o Plano de Reassentamento Involuntário das Atividades Econômicas dos Catadores do Jóquei. Este plano, visa minimizar os efeitos negativos do encerramento das atividades do Aterro do Jóquei no que se refere aos catadores. Este Plano tem, portanto, como um de seus objetivos, garantir a reposição de renda para esses trabalhadores. Para tanto, o Plano prevê propostas diversificadas para os catadores, quais sejam: (i) apoio para permanência no mercado de reciclagem; (ii) apoio para mudança de profissão e (iii)

disponibilização de auxílio social temporário (para aqueles que não optarem pelas opções anteriores).

Para os catadores que decidirem permanecer trabalhando nas atividades relacionadas à reciclagem de resíduos sólidos, essa pesquisa propõe a construção de um centro de triagem na Vila Estrutural equipado e organizado para, receber materiais recicláveis oriundos das Escolas Públicas do Plano Piloto de Brasília.

1.2 Objetivos

- Objetivo Geral

Planejar alternativas de rotas e frequência de coleta de resíduos sólidos recicláveis, nas Escolas Públicas do Plano Piloto de Brasília, utilizando recursos de um SIG.

- Objetivos Específicos

- Identificar a distribuição espacial das escolas públicas do Plano Piloto de Brasília.
- Identificar a quantidade e a qualidade de resíduos sólidos recicláveis produzidos nas escolas públicas do Plano Piloto de Brasília;
- Elaborar e comparar propostas de rotas de coleta dos resíduos sólidos recicláveis produzidos nas escolas públicas do Plano Piloto de Brasília até o seu destino final.

Dentre tais objetivos específicos dispostos, o primeiro é relevante para identificar, quantificar e localizar os produtores de resíduos sólidos que serão contemplados pela coleta posteriormente planejada neste projeto.

O segundo objetivo específico, é baseado em pesquisas bibliográficas e visa verificar a qualidade e quantidade dos resíduos sólidos recicláveis produzidos nas escolas públicas de Brasília.

Por fim, no que tange ao último objetivo específico, a intenção é criar e planejar, em termos operacionais e aplicativos, um projeto de roteiros de coletas com vistas a otimizar o trabalho de coleta e reciclagem de resíduos sólidos.

1.3 Área de Trabalho

A área de trabalho compreende todo o Plano Piloto de Brasília/DF. Nessa área existem atualmente 86 escolas públicas, que deverão ser atendidas pelos roteiros de coleta de resíduos sólidos recicláveis. O mapa a seguir apresenta a localização da região de estudo:



Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo. Fonte: Arquivo próprio.

2. Diagnóstico

2.1 Sistema de Coleta Seletiva no Brasil

A coleta seletiva, apesar de não ser a única solução para a problemática dos resíduos sólidos, promove o hábito da separação do lixo na fonte geradora para o seu aproveitamento, a educação ambiental voltada para a redução do consumo supérfluo e do desperdício, a prevenção e controle das doenças decorrentes da gestão inadequada do lixo, a geração de emprego e renda (inclusão social), a melhoria da qualidade da matéria orgânica para a compostagem, a economia de recursos naturais e a valorização de bens econômicos.

Apenas 451 (6,4%), dos 5.670 municípios brasileiros possuem programas de coleta seletiva de materiais recicláveis; destes, cerca de 50% afirmam desenvolver programas em parceria com catadores organizados e 96 municípios afirmam estar organizando catadores (IBGE, 2000). Dentre estes, apenas 178 afirmam que a abrangência da coleta seletiva é de 100% da área urbana.

A modalidade de programas municipais de coleta seletiva, desenvolvidos em parceria com organizações de catadores de materiais recicláveis, vem se multiplicando pelo país e se tornando modelo de política pública de resíduos sólidos. Estes programas aliam a minimização de resíduos com a inclusão social e geração de trabalho e renda. Os catadores se organizam em cooperativas, associações e, mais recentemente, em Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público – Oscips, na lógica da economia solidária (SINGER *et al*, 2000).

Os tipos de parcerias com as prefeituras variam de acordo com as realidades locais. O contexto socioeconômico e ambiental que envolve os programas municipais de coleta seletiva de materiais recicláveis não tem sido considerado no entendimento da dimensão ampliada que a questão merece. Embora o modelo de programas municipais em parceria com organizações de catadores tenha surgido há mais de dez anos e, atualmente, faça parte da realidade nacional, sua aplicação não está totalmente consolidada e não consegue integrar os milhares de catadores autônomos que continuam a atuar nas ruas dos grandes centros urbanos.

2.2 Caracterização dos Sistemas de Coleta de Resíduo Sólido no Distrito Federal

O crescimento desordenado da população do DF vem provocando o aumento do volume de resíduos sólidos urbanos. A ideia de se desenvolver um modelo de gestão de coleta seletiva com intuito de gerar trabalho e renda, reduzir o impacto ambiental do lixo, e consequentemente, diminuir a disposição final irregular nos aterros se torna indispensável.

A produção de resíduos sólidos do DF apresenta particularidades, já que a cidade é essencialmente administrativa, e sua organização espacial, setorizada. A quase inexistente produção industrial favorece a importação de bens de consumo produzidos em outras localidades, o que contribui significativamente para o incremento do percentual absoluto de materiais recicláveis no DF.

Tendo como referência o Plano Diretor de Resíduos Sólidos do DF - 2007 (PDRS), os resíduos domiciliares/comerciais responderam por 46,63% do total de resíduos coletados no DF.

A análise da produção per capita da produção de resíduos sólidos levou em consideração as diferentes faixas de renda da população e, a partir de então, constatou-se que os índices de geração per capita eram bastante heterogêneos.

A partir dessa análise, chegou-se ao índice *per capita* médio do DF, que é de 1,05kg/hab dia.

- **Composição dos Resíduos Sólidos**

Ainda de acordo com o PDRS, a composição dos resíduos sólidos produzidos no Distrito Federal pode ser representada pelo quadro abaixo, que evidencia que 47,74% dos resíduos produzidos no DF são compostos por materiais recicláveis.

Quadro 1 - Composição do Lixo produzido no DF

Composição do Lixo	%	Composição do Lixo	%
Alumínio	1,75	PET	0,24
Borracha	1,17	Plástico Duro e Fino	13,56
Garrafa	0,9	Sucata Ferrosa	1,45
Lata	1,0	Trapo	0,95
Madeira	1,8	Vidro	0,55
Papel	17,82	Material Orgânico	46,11
Papelão	9,3	Rejeito	1,4

Fonte: Plano Diretor de Resíduos Sólidos/DF, 2007.

- **Sistema Convencional de Coleta de Resíduos Sólidos**

O Serviço de Limpeza Urbana - SLU do DF está organizado em 12 distritos descentralizados, cujo objetivo é coordenar e fiscalizar os serviços de limpeza dentro de suas

respectivas áreas de abrangência. A prestação dos serviços de coleta domiciliar/comercial é realizada por empresas terceirizadas.

A coleta dos resíduos com características domiciliares e comerciais acontece por meio de um sistema semi-mecanizado “porta a porta”, onde veículos coletores passam em dias e horários pré-determinados para fazer a remoção dos resíduos gerados nas residências e no comércio, não havendo distinção entre pequenos e grandes geradores.

A população disponibiliza os resíduos da seguinte forma: Moradores e comerciantes acumulam os resíduos em contêineres e lixeiras suspensas, que ficam nos logradouros públicos e nos pátios de estacionamento.

Atualmente a roteirização dos veículos é definida de forma empírica baseado na intuição e experiência particular dos motoristas, porém o SLU estuda formas de implantar um método computacional para coleta de resíduos. A figura 2 foi disponibilizada pelo SLU, na qual pode-se observar como ainda é primário o método computacional adotado para a roteirização dos veículos de coleta.

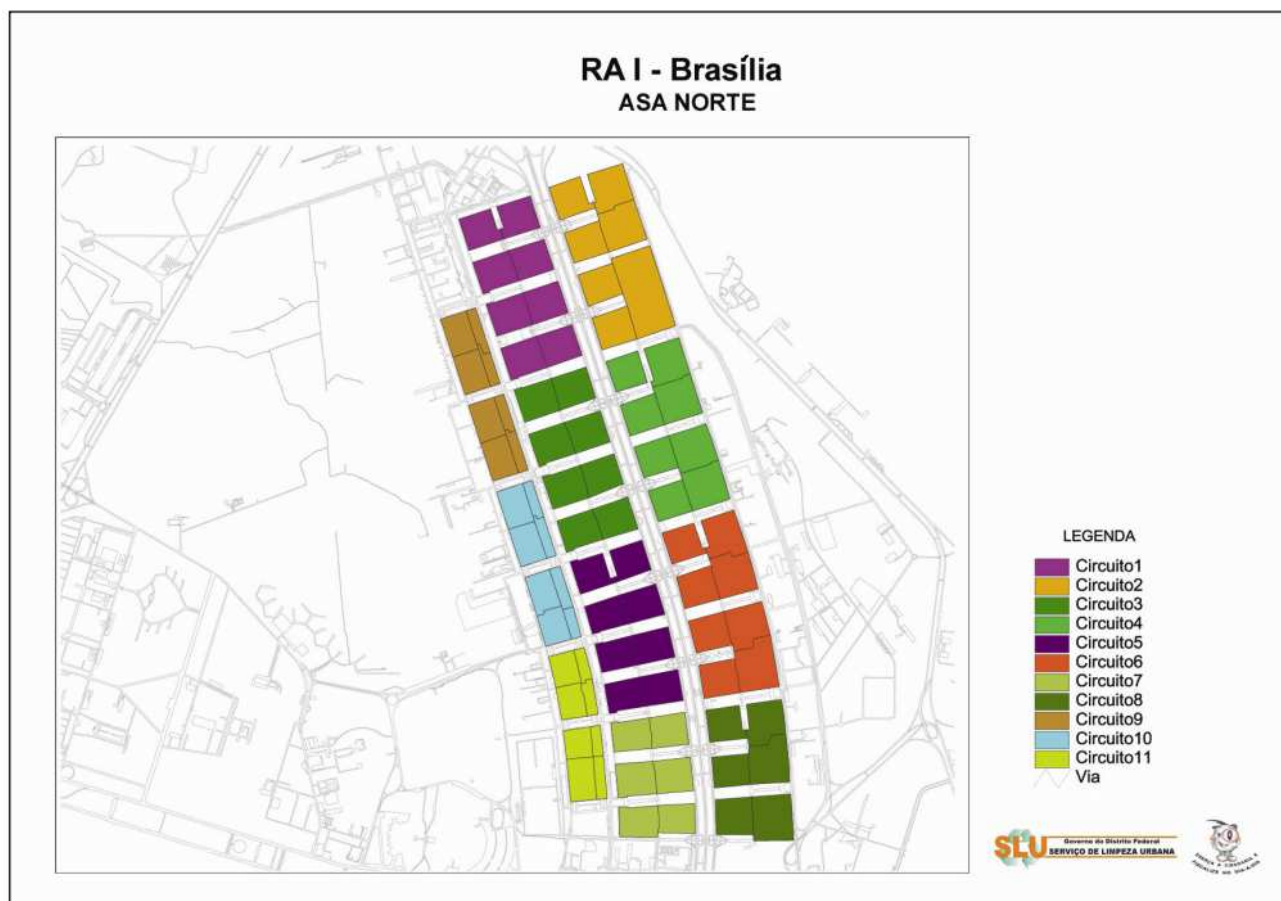


Figura 2 - Estudos para a roteirização de veículos – SLU. Fonte: Sistema de Limpeza Urbana/DF – SLU, 2012.

No quadro 2 é apresentado a rotina de coleta convencional domiciliar/comercial do Núcleo Regional Norte:

Quadro 2 - Rotina de Coleta Domiciliar/Comercial nas áreas de abrangência no Núcleo Regional de Limpeza Norte – NURELNORTE

Localidade	Turno	Frequência	Nº de Circuitos
Asa Norte	Diurno	Diário	11
Cruzeiro Novo	Diurno	Diário	1
Cruzeiro Velho	Diurno	Diário	1
Sudoeste	Diurno	Diário	1
Octogonal	Diurno	Diário	1
Lago Norte	Diurno/Noturno	Diário	4

Fonte: Sistema de Limpeza Urbana/DF - SLU, 2010.

- Destinação dos Resíduos Sólidos

A partir do PDRS é possível observar que a política de tratamento de resíduos do Distrito Federal está organizada por meio de unidades de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos e de uma unidade de incineração, onde grande parte do material coletado segue para estas unidades.

As suas principais usinas de reciclagem e compostagem (SOUCTL e SOUTL) operam conjuntamente no tratamento de aproximadamente 20.000 toneladas por mês de resíduos.

A Usina de Brazlândia recebe os resíduos de coleta seletiva recolhidos nessa localidade. Já a Unidade Central de Coleta Seletiva – UCCS recebe os resíduos de coleta seletiva recolhidos na Asa Sul, Asa Norte, Lago Sul e Lago Norte, unidades estas que praticam uma triagem mais limpa, gerando menos rejeitos.

O destino final de aproximadamente 80% dos resíduos sólidos coletados no DF é o Aterro do Jóquei - Lixão da Estrutural.

- Coleta Seletiva - Experiências-piloto

Está em funcionamento um galpão de reciclagem na Região Administrativa do Varjão, com o intuito de criar oportunidade de trabalho a famílias moradoras daquela região. Foi, então, criada a Central de Reciclagem do Varjão - CRV, formada, em sua maioria, por mulheres.

Os membros da Cooperativa foram treinados pelo SEBRAE/DF, em diversos cursos. Também foram treinados em aspectos práticos, como a realização da coleta seletiva *in loco* e triagem, pelo SLU.

Com o andamento das obras do galpão e dos trâmites legais necessários à constituição da Cooperativa, o próximo passo foi definir que a Região Administrativa do Lago Norte seria o local ideal para a realização da coleta seletiva, pela qualidade do material que seria coletado e, principalmente, pela curta distância em relação ao Varjão.

No Lago Norte, o uso do solo é eminentemente residencial e composto por residências unifamiliares. O Varjão, por seu turno, é uma cidade nova, anteriormente uma invasão, como são conhecidas as favelas no Distrito Federal.

O SLU criou as rotas, frequências e horários de coleta seletiva no Lago Norte e empreendeu uma forte campanha educativa com os moradores daquela região.

Também iniciou o treinamento dos cooperados da CRV em relação aos aspectos operacionais definidos pela sua área técnica. Para atender a coleta seletiva de resíduos recicláveis do Lago Norte foi utilizado um caminhão baú da Administração do Varjão, que foi colocado à disposição da Cooperativa CRV para fazer a coleta seletiva de porta-em-porta em 5.600 residências.

Foram definidos cinco circuitos, de aproximadamente 35 quilômetros cada um, a serem atendidos em dias da semana diferenciados.

A estrutura administrativa é de responsabilidade da Cooperativa CRV, fiscalizada pelo SLU. O material proveniente da coleta seletiva é transportado e distribuído para a Cooperativa CRV, para a triagem e venda do material.

Em 29 de setembro de 2008 foi iniciada a coleta seletiva no Lago Norte em conjunto com a CRV do Varjão.



Figura 3 - Galpão do Centro de Triagem do Varjão. Fonte: Sistema de Limpeza Urbana/DF - SLU, 2010.

3. Revisão Bibliográfica

3.1 Roteirização de Veículos para o Transporte de Resíduos Sólidos

Para Cunha (2000) e Goela e Gruhn (2008) a roteirização de veículos é o processo para a determinação de um ou mais roteiros ou sequências de paradas a serem cumpridos por caminhões de uma frota, tendo por objetivo utilizar um conjunto de pontos geograficamente dispersos, em locais pré-determinados, que necessitam de atendimento.

Ou seja, roteirização de veículos é a definição de uma ou mais rotas a serem percorridas por veículos de uma frota, passando por locais que devem ser visitados (BRASILEIRO, 2004).

Brasileiro (2004) afirma que, os custos do transporte de resíduos sólidos podem ser classificados em custos fixos e custos variáveis, da seguinte forma: os custos fixos são divididos em: custos relacionados com a frota, custos relacionados com instalações e equipamentos e custos de mão de obra; e os custos variáveis, que são proporcionais à utilização dos equipamentos, são divididos em: custo por quilômetro percorrido e custo por hora de operação dos veículos.

A análise da roteirização e otimização dos sistemas de coleta seletiva é uma maneira de reduzir os custos de transporte (ROVIRIEGO, 2005). Deste modo, a etapa de planejamento das rotas está diretamente ligada à redução de custos com a coleta dos resíduos sólidos.

Portanto, a racionalização do sistema de coleta de resíduos sólidos é obtida através da otimização da roteirização dos veículos, tornando o sistema eficiente, pois minimiza a distância de percurso e, conseqüentemente, minimiza o custo de operação.

Em geral, os problemas de roteirização tendem a ser mais complexos do ponto de vista de sua natureza combinatória, uma vez que há um número maior de alternativas de caminhos e, conseqüentemente, de roteiros viáveis. No entanto, existem atualmente *softwares* que auxiliam de forma automática o traçado de rotas ótimas.

3.2 Utilização de SIGs para a roteirização

Um SIG pode ser considerado como um tipo de sistema de informação que envolve de forma sistêmica e interativa bancos de dados, tecnologia e pessoal, sendo capaz de realizar análises espaciais, armazenar, manipular, visualizar e operar dados georeferenciados para obtenção de novas informações (CÂMARA, 1994).

Modelos de roteirização fazem grande uso de dados geográficos, um sistema para auxiliar estas decisões deve ser capaz de operacionalizar dados georeferenciados. Segundo

Keenan(1998), a exibição e manipulação das informações geográficas e espaciais em um computador são realizadas usando-se um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Para Castro (2006), um Sistema de Informação Geográfica é amplamente utilizado no planejamento de transportes em busca de soluções para problemas de logística, pois é uma ferramenta que incorpora, além das funções básicas de um SIG, rotinas específicas de pesquisa operacional e de transporte em geral.

O SIG, de modo mais amplo, é uma ferramenta que permite manipular dados georeferenciados e alfanuméricos para, a partir de análises espaciais, apoiar a tomada de decisão espacial, como a definição do melhor roteiro de entregas a ser seguido.

No passado, a análise das informações espaciais era realizada basicamente através da utilização de mapas em papel. Com o crescimento nas últimas décadas da utilização dos computadores e da capacidade de processamento dos mesmos, *softwares* específicos vêm sendo desenvolvidos para resolver os problemas de roteirização, os chamados roteirizadores (GALVÃO, 1997).O uso do SIG em programas de gerenciamento de resíduos sólidos, tem sido foco de pesquisas, devido às variações espaciais e temporais. O custo de coleta dos resíduos representa uma grande parte do gasto das cidades no gerenciamento de resíduos sólidos, e assim, a otimização do serviço de coleta pode gerar grande economia.

No estudo de roteirização de veículos, os SIGs auxiliam na determinação da solução ótima baseados em métodos matemáticos. Para Worrall (1990), os SIGs são facilmente usados para roteirização de veículos, desde que eles possam representar uma grande variedade de informação sobre os mapas.

De acordo com Parra (2000), a obtenção de boas soluções através de sistemas de informação geográfica depende, não só do modelo matemático e do algoritmo de solução; mas, também, dos dados de entrada para o *software*, principalmente, dos dados que representam o sistema viário e as restrições de circulação dos veículos.

Portanto, as principais vantagens do uso de um SIG na roteirização de veículos são as seguintes:

- Produz solução de roteirização em menor tempo do que métodos manuais;
- Produz rotas alternativas para uma mesma circunstância;
- Possibilita mudança nos valores das variáveis; e
- Possibilita mudança das restrições.

Nessa pesquisa optou-se por produzir os roteiros de coleta seletiva utilizando a extensão “*NetworkAnalyst*” do ArcGis 9.2, que permite a criação e o controle de conjuntos de dados com topologia de rede (malhas viárias, redes hidrográficas, etc), além de oferecer, nesse caso, soluções para geração de rotas.

4. Métodos de Trabalho

A fim de atingir os objetivos propostos, os métodos e procedimentos utilizados para o desenvolvimento deste projeto foram estabelecidos e divididos em duas etapas:

- Etapa 1: Levantamento de dados

- Aferir o número de instituições de ensino e alunos na RA I - Brasília;
- Aferir o quantitativo de resíduos sólidos recicláveis por instituição de ensino;

- Etapa 2: Elaboração e comparação de roteiros de coleta.

- Simulação de forma empírica e semiautomáticas, das rotas para a coleta de resíduos sólidos recicláveis;
- Simulação de rotas para a coleta de resíduos sólidos recicláveis utilizando o Sistema de Informação Geográfica (SIG), “*Network Analyst*”.

Abaixo são apresentados as etapas de atividades e alguns resultados encontrados. Todas as atividades para a montagem da base geográfica foram feitas no *software* ArcGis 9.3.

4.1 Levantamento de Dados

- Número de Alunos por Instituição de Ensino

Para a atribuição do número de alunos por instituições de ensino, foi utilizado como base o Censo Escolar 2012 - Rede Pública, disponibilizado no site da Secretaria de Educação do Distrito Federal. Os valores utilizados nessa pesquisa foram extraídos da tabela “CRE: Plano Piloto – Cruzeiro - Total de Turmas e Matrículas por Etapa/Modalidade de Ensino de 21/03/2012”, que apresentavam, respectivamente, o nome das instituições de ensino, turnos de funcionamento e quantitativos de matrículas por modalidades de ensino oferecido pelas escolas.

As informações cadastrais obtidas nessa etapa de trabalho foram agregadas ao Sistema de Informação Territorial e Urbana do Distrito Federal - SITURB, utilizado como base para essa pesquisa.

No quadro 3, pode-se observar a tabela resumo dos valores encontrados na primeira atividade.

Quadro 3 - Quantidade de alunos por Instituição de Ensino

Código	Escola	Quant. Alunos
53000200	Centro de Ensino Especial 02 de Brasília	238

Código	Escola	Quant. Alunos
53000234	CED Jovens e Adultos - CESAS	2378
53000439	Centro Integrado de Ensino Especial	194
53000714	Centro de Ensino Especial DV	77
53000846	Centro de Ensino Fundamental 01 de Brasília	392
53000854	Centro de Ensino Fundamental 01 do Planalto	553
53000862	Centro de Ensino Fundamental 02 de Brasília	224
53000870	Centro de Ensino Fundamental 03 de Brasília	421
53000889	Centro de Ensino Fundamental 04 de Brasília	448
53000897	Centro de Ensino Fundamental 05 de Brasília	501
53000919	Centro de Ensino Fundamental GAN	505
53000927	Centro de Ensino Fundamental Polivalente	1125
53000986	Centro de Ensino Médio Paulo Freire	712
53001010	Centro de Ensino Médio Asa Norte - CEAN	680
53001036	Centro de Ensino Médio Elefante Branco	1683
53001044	Centro Educacional GISNO	1528
53001206	Centro de Ensino Médio Setor Leste	1357
53001214	Centro de Ensino Médio Setor Oeste	1389
53001257	Centro Interescolar de Línguas 01	1500
53001265	Centro de Ensino Fundamental CASEB	1023
53001273	Centro Integrado de Educação Física	350
53001435	Escola Classe Vila do RCG	108
53001443	Centro de Ensino Fundamental 102 Norte	497
53001451	Escola Classe 102 Sul	305
53001460	Centro de Ensino Fundamental 104 Norte	518
53001478	Escola Classe 106 Norte	348
53001486	Escola Classe 108 Sul	282
53001494	Escola Classe 111 Sul	137
53001508	Escola Classe 113 Norte	295
53001516	Escola Classe 114 Sul	266
53001524	Escola Classe 115 Norte	258
53001532	Escola Classe 204 Sul	180
53001540	Escola Classe 206 Sul	228
53001559	Escola Classe 209 Sul	161
53001567	Escola Classe 214 Sul	447
53001575	Escola Classe 302 Norte	257
53001583	Escola Classe 304 Norte	280
53001591	Escola Classe 304 Sul	165
53001605	Escola Classe 305 Sul	315
53001613	Escola Classe 306 Norte	419
53001621	Escola Classe 308 Sul	269
53001630	Escola Classe 312 Norte	279
53001648	Escola Classe 314 Sul	345
53001656	Escola Classe 315 Sul	308
53001664	Escola Classe 316 Norte	221
53001672	Escola Classe 316 Sul	276
53001680	Escola Classe 403 Norte	244
53001699	Escola Classe 405 Norte	168
53001702	Centro de Ensino Fundamental 405 Sul	511
53001710	Escola Classe 407 Norte	163
53001729	Escola Classe 409 Norte	469
53001737	Escola Classe 410 Sul	253
53001745	Escola Classe 411 Norte	194

Código	Escola	Quant. Alunos
53001753	Escola Classe 413 Sul	194
53001761	Escola Classe 415 Norte	344
53001770	Escola Classe 416 Sul	148
53001788	Escola Classe 708 Norte	197
53001796	Escola Classe 711 Norte	308
53001800	Escola Classe do SMU	254
53001818	Escola Classe Granja do Torto	108
53001842	Escola Parque 210/211 Norte	804
53001850	Escola Parque 210/211 Sul	804
53001869	Escola Parque 303/304 Norte	804
53001877	Escola Parque 307/308 Sul	804
53001885	Escola Parque 313/314 Sul	804
53001893	Escola do Parque da Cidade	116
53001966	EC da Ação Social do Planalto	308
53001990	Escola de Música de Brasília	550
53002148	Escola Meninos e Meninas do Parque	72
53002210	Jardim de Infância 21 de Abril	150
53002237	Jardim de Infância 102 Sul	129
53002245	Jardim de Infância 106 Norte	205
53002253	Jardim de Infância 108 Sul	122
53002270	Jardim de Infância 208 Sul	160
53002288	Jardim de Infância 302 Norte	122
53002296	Jardim de Infância 303 Sul	118
53002300	Jardim de Infância 304 Norte	136
53002318	Jardim de Infância 305 Sul	114
53002326	Jardim de Infância 308 Sul	159
53002334	Jardim de Infância 312 Norte	213
53002342	Jardim de Infância 314 Sul	108
53002350	Jardim de Infância 316 Sul	109
53002369	Jardim de Infância 404 Norte	159
53012135	Centro de Educação Infantil 01 de Brasília	212
53012801	Centro Interescolar de Línguas 02	425
53013972	Centro de Ensino Fundamental 07 de Brasília	890
Total		36.594

Fonte:Secretaria de Educação do Distrito Federal - SEDF, 2012.

- **Quantitativo de resíduos sólidos recicláveis por instituição de ensino**

Nessa etapa de desenvolvimento foi identificado a quantidade de resíduos sólidos recicláveis produzidos em cada instituição de ensino inseridas na área de trabalho dessa pesquisa.

Os valores utilizados neste projeto tiveram como referência o Plano Diretor de Resíduos Sólidos/DF de 2007 e, estudos realizados pelo SLU, no qual visitou-se algumas instituições de ensino, selecionadas por amostragem, para a pesagem e análise dos resíduos sólidos recicláveis.

No quadro a seguir são apresentados os quantitativos de resíduos sólidos recicláveis por modalidade de ensino.

Quadro 4- Quantidade de resíduo sólido produzido por modalidade de ensino

Grupo	Modalidade de ensino	Kg/ por aluno
Grupo 1	Educação Infantil, Ensino Fundamental (EC), Educação Especial,	0,6292
Grupo 2	Ensino Fundamental (CEF), Ensino Médio, Educação de Jovens e Adultos	0,8873

Fonte: Sistema de Limpeza Urbana/DF – SLU, 2010.

As diferentes modalidades de ensino foram separadas em dois grupos, onde as escolas pertencentes ao 'Grupo 1' produz em média 629 gramas/dia de resíduo sólido reciclável por aluno matriculado e os alunos pertencentes as escolas que compõem o 'Grupo 2' produzem em média 887 gramas de resíduo sólido por dia.

- Consolidação dos dados levantados

Após o levantamento de dados conclui-se que o peso mensal a ser encaminhado ao novo centro de triagem na Cidade Estrutural é estimado em 509,94 toneladas de resíduos sólidos recicláveis por mês.

Quadro 5- Consolidação dos dados levantados

Número de escolas	Número de Alunos	Quantidade de Resíduo / dia (kg)	Quantidade de Resíduo / mês (kg)
86	36.594	25.496,66	509.933,17

Essa quantidade de material reciclável se vendida por, em média, R\$ 200,00 a tonelada (valor estimado pela associação Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE) acarretará em um ganho bruto de R\$ 101.988,00. Valor este que pode subsidiar aproximadamente 165 profissionais, com base em um salário mínimo.

Quadro 6- Ganho bruto estimado

Quantidade de Resíduo / mês (t)	Valor de venda do resíduo reciclável (R\$)	Ganho bruto Estimado / mês (R\$)
509,94	200,00	101.988,00

Desta forma, fica claro que a quantidade de resíduos coletados ainda é reduzida para a criação de um grande Centro de Triagem. Contudo, a quantidade de resíduos recicláveis a serem coletados ainda pode aumentar bastante se ao serviço de coleta for associado um eficaz programa de conscientização do público alvo ou ainda, estender a outras regiões a realização da coleta.

4.2 Métodos utilizados para a roteirização dos veículos de coleta

Essa etapa foi subdividida em dois momentos, inicialmente traçaram-se roteiros de forma semiautomática (auxiliado pelo AcrGIS e baseado na forma com que a coleta convencional é realizada atualmente pelo SLU). No segundo momento foi utilizado métodos computacionais (AcrGIS - *Network Analyst*), para o traçado das rotas para a coleta de resíduos sólidos recicláveis.

As camadas geográficas utilizadas para essa etapa de trabalho compõem a base de dados cartográfica do Sistema de Informação Territorial e Urbana do Distrito Federal - SITURB e foi adquirida na Secretaria de Estado de Habitação Regularização e Desenvolvimento Urbano - SEDHAB.

- Método Semicomputacional Baseado nas Rotas Atuais

De forma geral o que auxilia nos resultados da coleta empírica é a experiência do motorista que conhece bem as rotas possíveis e com isto diminui o percurso e o tempo gasto na coleta diária de resíduos. Este método não usa nenhuma ferramenta automática para geração de rotas

Baseado no método empírico utilizado atualmente pelo SLU e com o auxílio do ArcGis 9.3, mediu-se manualmente o percurso ideal para o trajeto do caminhão de coleta. Os valores encontrados foram inseridos em uma “Planilha de Roteiros e Valores”, a qual é apresentada e explicada a seguir:

Quantidade de deslocamento no roteiro						Tempo em que o catador recolhe o material				
O início do roteiro sempre será o galpão da cooperativa						Distância percorrida pelo caminhão em cada trecho				
						Tempo de deslocamento respeitando a velocidade da via				
Desloc.	Escola					Transporte				Tempo Total
	Origem	Destino	Quant. alunos	Resíduos por Aluno/dia (kg)	Resíduo / dia Total (kg)	Distância Percorrida (km)	Tempo de deslocamento (h)		Tempo de Coleta	
							Vias 60 km/h	Vias 30 km/h		
1	Galpão Cooperativa	Escola 1	221	0,6292	139,05	6,573	00:18:23	00:02:06	00:04:00	00:24:29
2	Escola 1	Escola 2	258	0,8873	228,92	0,951		00:01:54	00:06:00	00:07:54
3	Escola 2	Escola x	301	0,6292	189,38	1,125		00:02:23	00:04:00	00:06:23
...								
...								
x	Escola x	Galpão Cooperativa								
Total Roteiro 1					557,35	8,649	00:18:23	00:06:23	00:14:00	00:38:46
Um sub-roteiro sempre começa com a última parada do caminhão						O Roteiro sempre será finalizado no galpão da cooperativa				
						Valores finais do roteiro				

Figura 4 - Planilha para auxílio da roteirização de veículos - Método Semicomputacional. Fonte: Arquivo próprio.

- Método Computacional – *Network Analyst*

No método computacional utilizou-se a extensão “*Network Analyst*” do ArcGis, que permite a criação e o controle de conjuntos de dados com topologia de rede (malhas viárias, redes hidrográficas, etc), além de oferecer, nesse caso, soluções para geração de rotas. Com essa ferramenta é possível fazer análises de tempo de deslocamento, gerar rotas ponto a ponto e ponto-multiponto, encontrar o melhor caminho, identificar caminhos ótimos, identificar o ponto mais próximo e gerar matriz de origem-destino.

Nesta etapa de trabalho optou-se em realizar um estudo de caso, restringindo a área de pesquisa por causa da inconsistência dos dados existentes e indisponibilidade de tempo para a correção e montagem de um novo banco de dados.

Para a montagem do roteiro e suas respectivas análises, os dados devem passar por um processo de ajustes em suas propriedades topológicas, incluindo relações de conectividade, e atributos da rede, como definição de direções de rotas, entroncamento de vias e viadutos, entre outros.

Para iniciar os trabalhos precisa-se criar uma rede (*Network Dataset*) a partir de um *shapefile* de linhas interconectadas, representando as ruas de uma malha viária.

Este arquivo deve estar topologicamente consistente para que as rotas definidas se comportem de acordo com o sistema viário modelado.

A Figura 5 demonstra o início do processo de construção dessa rede, para que haja a possibilidade da criação e manipulação de novas rotas.

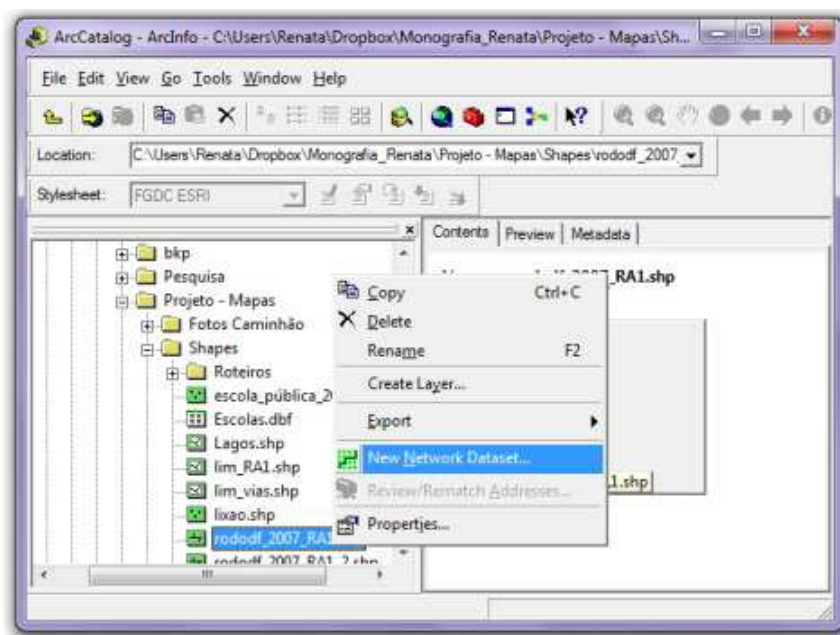


Figura 5 - Acesso a ferramenta de criação do *NetworkDataset*. Fonte: Arquivo próprio.

Quando uma série de dados da rede é construída, dois objetos novos estão adicionados à série de dados da rede. O arquivo de ponto que representa todas as junções de vias (entroncamentos) e um arquivo de geometria linear que representa a rede definida a partir do dado de entrada.

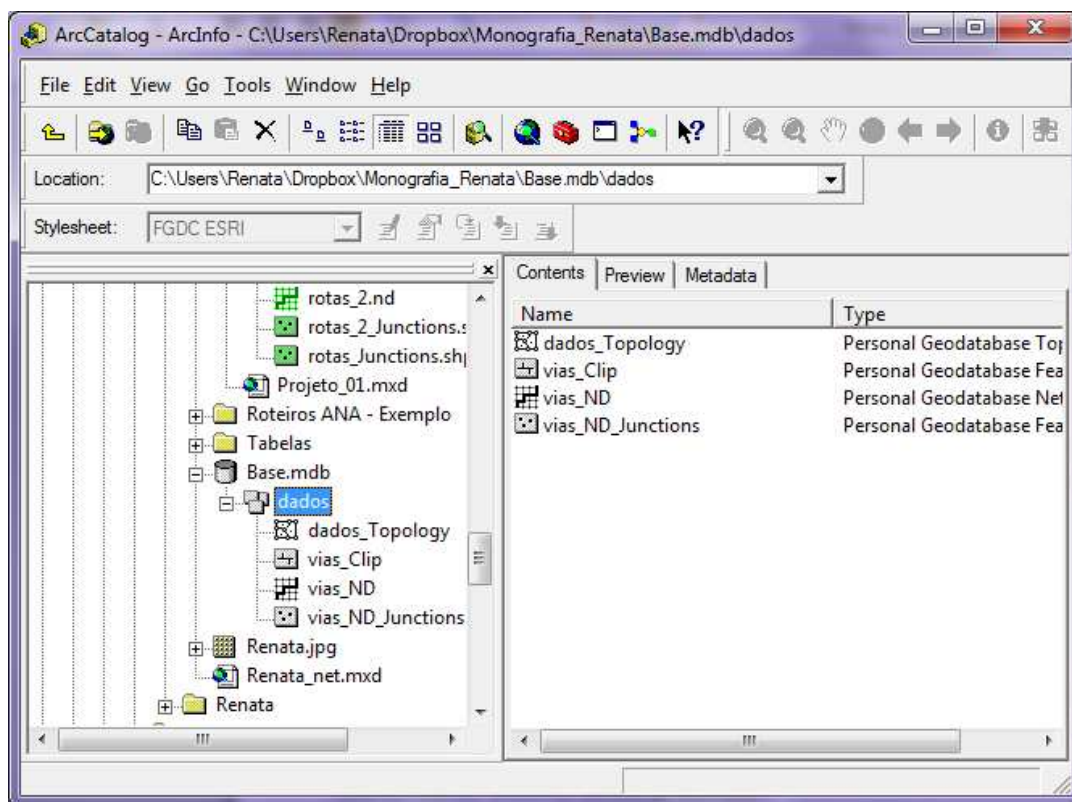


Figura 6 - ArcCatalog com os arquivos de Rede (Network Dataset) adicionados. Fonte: Arquivo próprio.

A partir desses novos arquivos gerados é possível manusear os novos dados e assim ativar as configurações no *software* utilizado na pesquisa e desenvolver a rota para o estudo de caso.

4.3 Critérios para o traçado dos roteiros semicomputacional e método computacional

De acordo com o IPT e CEMPRE (1995), o dimensionamento e a programação da coleta estão relacionados à estimativa dos recursos (tipos de veículos e equipamentos utilizados, frota necessária, quantidade de pessoal) e a definição de como o serviço será executado (frequências, horários, roteiros, itinerários, pontos de destinação).

Baseado nos critérios do “Manual de Gerenciamento - Lixo Municipal” IPT e CEMPRE(1995) são descritos a seguir as diretrizes para o traçado dos roteiros semicomputacional e computacional.

- As rotas têm como ponto de partida e ponto final o terreno proposto para a implantação do centro de triagem, localizado na Cidade Estrutural;
- Evitar que um mesmo trecho seja utilizado por duas ou mais vezes pelo veículo de coleta e eliminar percursos longos e desnecessários.
- As velocidades de deslocamento do caminhão coletor seguiu a velocidade média permitida das vias, distribuídas da seguinte forma:

Quadro 7- Velocidades de deslocamento do caminhão

Tipo	Velocidades máximas
Via principal e secundaria	60 km/h
Via de acesso e local	30 km/h

- Considerou-se para cada roteiro duração máxima de 8:00 horas ou até atingir capacidade máxima do caminhão de coleta;
- A equipe de coleta é formada por dois profissionais, um catador e um motorista que se necessário poderá auxiliar na coleta dos resíduos;
- O veículo escolhido pra fazer a coleta dos resíduos é do tipo gaiola com capacidade para 4 toneladas de resíduos;



Figura 7- Caminhão tipo gaiola. Fonte: Internet, 2012.

- O tempo de coleta dos resíduos sólidos nas instituições de ensino foi de 4 minutos para escolas que produzem até 629 gramas de resíduo por aluno matriculado, e de, 6 minutos para escolas que produzem até 887 gramas de resíduo por aluno matriculado.

4.4 Qualificação dos dados

A qualificação dos dados está relacionada à garantia de uma qualidade mínima dos mesmos, no contexto de sua utilização (consistência topológica). Para a montagem do roteiro e suas respectivas análises, os dados utilizados nessa pesquisa passaram por um processo de correção topológica, a fim de se garantir as relações espaciais da rede a ser desenvolvida. Essa etapa de trabalho é fundamental para uma análise de rotas, pois é por meio dessas características das feições geográfica que o modelo define as rotas que serão definidas para a coleta dos resíduos na área de trabalho.

O exemplo a seguir representa um problema de topologia encontrado na camada geográfica de vias.



Figura 8 - Erro de topologia identificado (vias). Fonte: Arquivo próprio.

A correção de alguma descontinuidade nos trechos é fundamental para a realização do traçado dos roteiros de coleta.

Utilizou-se fotografias aéreas do ano de 2009, com 1 metro de resolução espacial, abrangendo a região do Plano Piloto de Brasília. Essas imagens permitiram a atualização e a correção das vias de transporte.

5. Resultados Obtidos

Nessa etapa do trabalho, após a organização dos dados conforme já explicado anteriormente, alguns mapas temáticos foram produzidos afim de subsidiara análise das melhores rotas para a coleta de resíduos sólidos das Escolas Públicas de Brasília. Os tópicos a seguir apresentam as análises dos resultados obtidos.

5.1 Resultados da Simulação Semicomputacional

A roteirização do veículo de coleta seletiva foi realizada de forma Semicomputacional baseado nos roteiros empíricos como é realizada atualmente pelo SLU.

Para a coleta atender todas as instituição de ensino foram necessários 7 (sete) subroteiro, que serão descritos a seguir.

- Subroteiro1

O primeiro subroteiro para a coleta de resíduo sólido conta com 44,590km de trajeto, distância percorrida em 02:27h. São atendidas 14 (quatorze) instituições de ensino, sendo que,2 (duas) são escolas de ensino infantil, 11 (onze) são escolas de ensino fundamental e uma escola de ensino médio. Esse conjunto de escolas produzem por dia 3,787 toneladas de resíduos sólidos recicláveis.

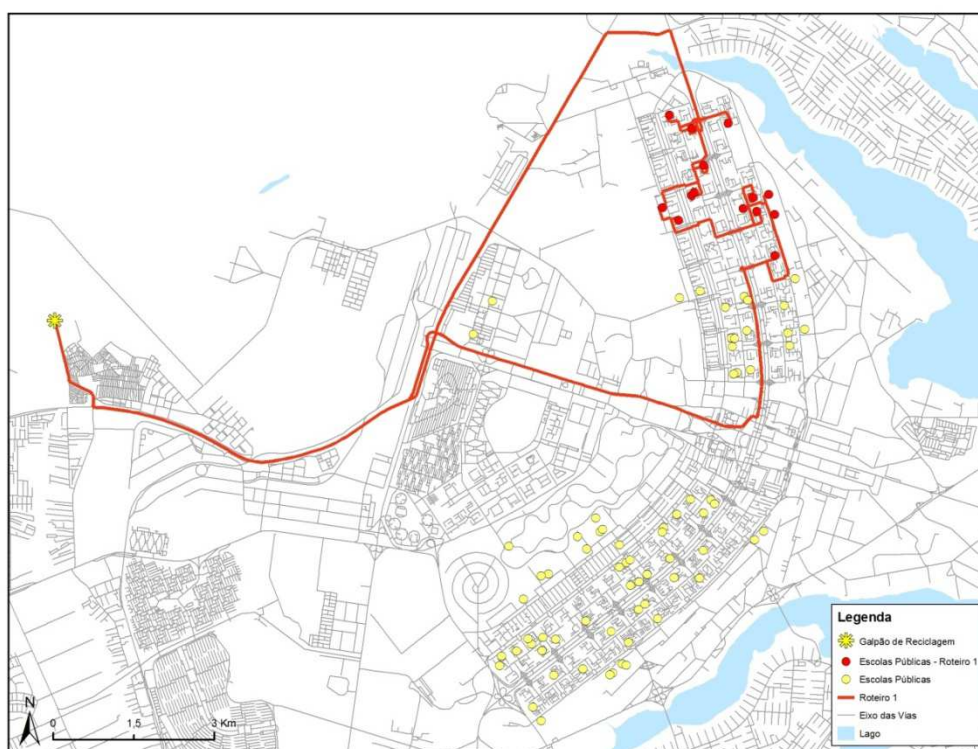


Figura 9 - Roteirização para a coleta de resíduos sólidos - Subroteiro1

A seguir é apresentado a quadro referente ao primeiro subroteiro de coleta:

Quadro 8 - Subroteiro de Coleta - 1

Desloc.	Escola					Transporte				
	Origem	Destino	Quantidade alunos	Resíduo por Aluno - dia (Kg)	Resíduo dia Total (Kg)	Distância percorrida km	Tempo de deslocamento (h)		Tempo Coleta	Tempo Total
							Vias 60 km/h	Vias 30 km/h		
1	Galpão Cooperativa	Escola Classe 316 Norte	221	0,6292	139,05	6,573	00:18:23	00:13:18	00:04:00	00:35:41
2	Escola Classe 316 Norte	Escola Classe 115 Norte	258	0,6292	162,33	0,951	-	00:01:54	00:04:00	00:05:54
3	Escola Classe 115 Norte	Escola Classe 415 Norte	344	0,6292	216,44	1,685	-	00:03:22	00:04:00	00:07:22
4	Escola Classe 415 Norte	Escola Classe 113 Norte	295	0,6292	185,61	2,610	-	00:05:13	00:04:00	00:09:13
5	Escola Classe 113 Norte	Jardim de Infância 312 Norte	213	0,6292	134,02	1,620	-	00:03:14	00:04:00	00:07:14
6	Jardim de Infância 312 Norte	Escola Classe 312 Norte	279	0,6292	175,55	0,450	-	00:00:53	00:04:00	00:04:53
7	Escola Classe 312 Norte	Centro de Ensino Fundamental 07 de Brasília	890	0,8873	789,70	1,580	-	00:03:09	00:06:00	00:09:09
9	Centro de Ensino Fundamental 07 de Brasília	Escola Classe 711 Norte	308	0,6292	193,79	0,660	-	00:01:19	00:04:00	00:05:19
9	Escola Classe 711 Norte	Escola Classe 409 Norte	469	0,6292	295,09	2,717	-	00:05:26	00:04:00	00:09:26
10	Escola Classe 409 Norte	Escola Parque 210/211 Norte	804	0,6292	505,88	0,821	-	00:01:38	00:04:00	00:05:38
11	Escola Parque 210/211 Norte	Escola Classe 411 Norte	194	0,6292	122,06	0,960	-	00:01:55	00:04:00	00:05:55
12	Escola Classe 411 Norte	Centro de Educação Infantil 01 de Brasília	212	0,6292	133,39	1,460	-	00:02:35	00:04:00	00:06:35
13	Centro de Educação Infantil 01 de Brasília	Centro de Ensino Médio Paulo Freire	712	0,8873	631,76	0,384	-	00:00:46	00:06:00	00:06:46
14	Centro de Ensino Médio Paulo Freire	Escola Classe 407 Norte	163	0,6292	102,56	2,319	-	00:04:38	00:04:00	00:08:38
15	Escola Classe 407 Norte	Galpão Cooperativa	-	-	-	19,800	00:19:48	-	-	00:19:48
Total subroteiro 01					3.787,25	44,590	00:38:11	00:49:20	01:00:00	02:27:31

- Subroteiro2

O segundo subroteiro para a coleta de resíduo sólido conta com 57,789 km de trajeto, distância percorrida em 02:03h. São atendidas 11 (onze) instituições de ensino, sendo que 2 (duas) são escolas de ensino infantil, 7 (sete) são escolas de ensino fundamental e 2 (duas) escola são de ensino médio. Esse conjunto de escolas produz por dia 3,992 toneladas de resíduos sólidos recicláveis.

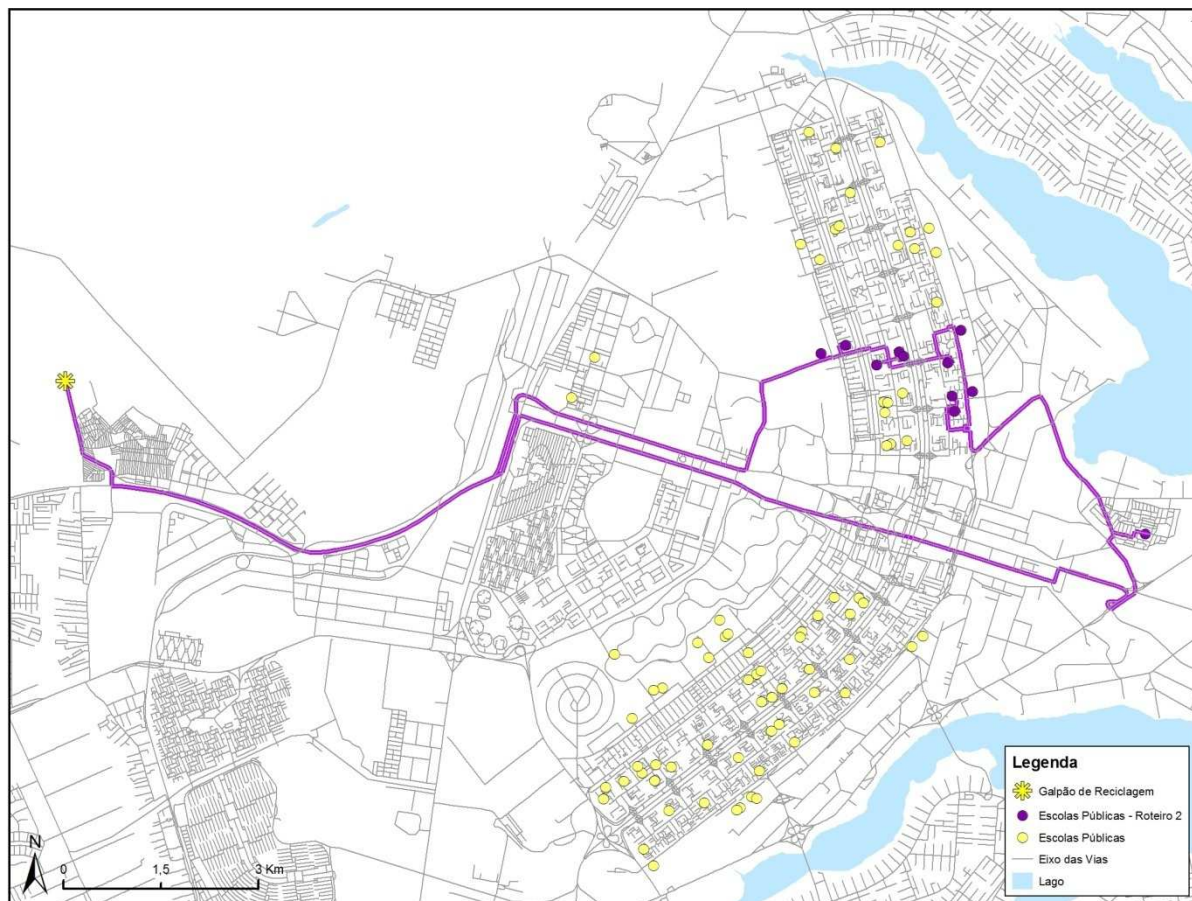


Figura 10- Roteirização para a coleta de resíduos sólidos – Subroteiro2.

A seguir é apresentado um quadro resumo referente ao segundo subroteiro de coleta, a tabela completa está apresentada no Anexo 1.

Quadro 9 - Quadro resumo - Subroteiro2

Quantidade de escolas atendidas	11
Resíduo dia Total (kg)	3.992,73
Distância percorrida (km)	57,789
Tempo de deslocamento (h)	01:11:19
Tempo Coleta (h)	00:52:00
Tempo Total (h)	02:03:19

- Subroteiro3

O terceiro subroteiro para a coleta de resíduo sólido conta com 44,095 km de trajeto, distância percorrida em 01:54h. São atendidas 15 (onze) instituições de ensino, sendo que 2 (duas) são escolas de ensino infantil, 10 (dez) são escolas de ensino fundamental, 2 (duas) escola de ensino especial e um centro de línguas. Esse conjunto de escolas produz por dia 3,990 toneladas de resíduos sólidos recicláveis.

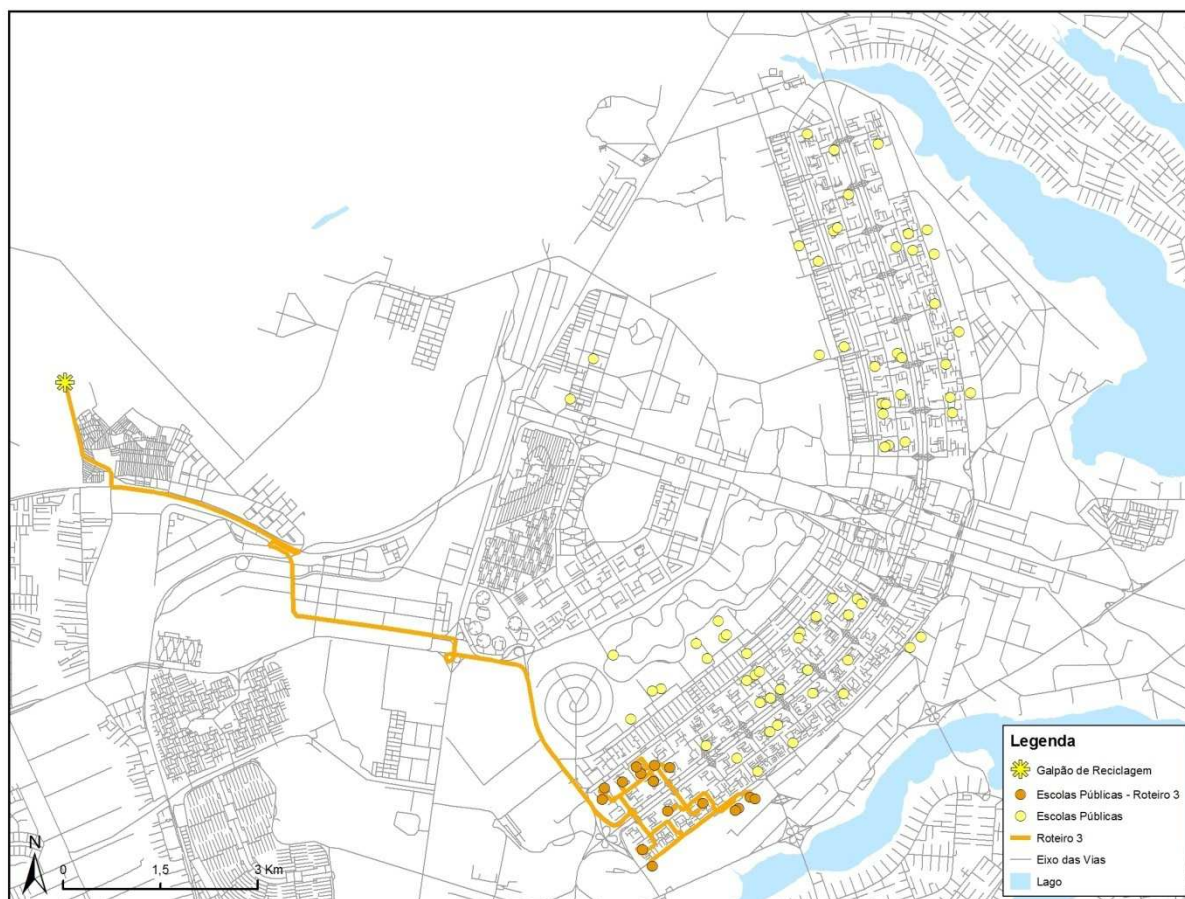


Figura 11- Roteirização para a coleta de resíduos sólidos - Subroteiro3.

A seguir é apresentado um quadro resumo referente ao terceiro subroteiro de coleta.

Quadro 10- Quadro resumo - Subroteiro3

Quantidade de escolas atendidas	15
Resíduo dia Total (kg)	3.990,56
Distância percorrida (km)	44,095
Tempo de deslocamento (h)	00:46:30
Tempo Coleta (h)	01:08:00
Tempo Total (h)	01:54:30

- Subroteiro4

O quarto subroteiro para a coleta de resíduo sólido conta com 52,790 km de trajeto, distância percorrida em 01:42h. São atendidas 10 (dez) instituições de ensino, sendo que 2 (duas) são escolas de ensino infantil, 6 (seis) são escolas de ensino fundamental, uma escola de ensino médio e um centro de ensino especial . Esse conjunto de escola produz por dia 3,984 toneladas de resíduos sólidos recicláveis.

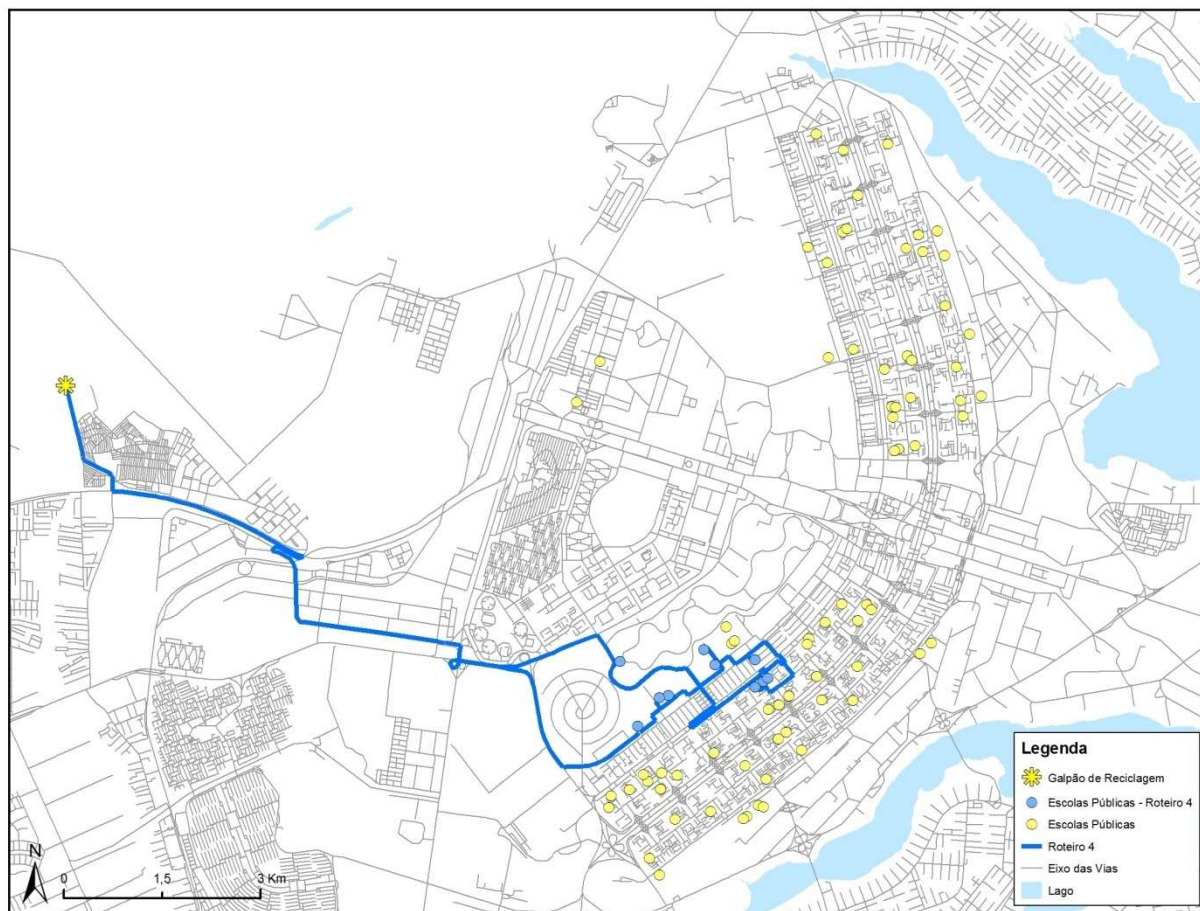


Figura 12 - Roteirização para a coleta de resíduos sólidos – Subroteiro4.

A seguir é apresentado um quadro resumo referente ao quarto subroteiro de coleta.

Quadro 11-Quadro resumo - Subroteiro4

Quantidade de escolas atendidas	10
Resíduo dia Total (kg)	3.984,25
Distância percorrida (km)	52,790
Tempo de deslocamento (h)	00:58:20
Tempo Coleta (h)	00:44:00
Tempo Total (h)	01:42:20

- Subroteiro5

O quinto subroteiro para a coleta de resíduo sólido conta com 51,735 km de trajeto, distância percorrida em 01:57h. São atendidas 12 (doze) instituições de ensino, sendo que 2 (duas) são escolas de ensino infantil, 8 (oito) são escolas de ensino fundamental, uma escola de ensino médio e um centro de línguas. Esse conjunto de escola produz por dia 3,984 toneladas de resíduos sólidos recicláveis.

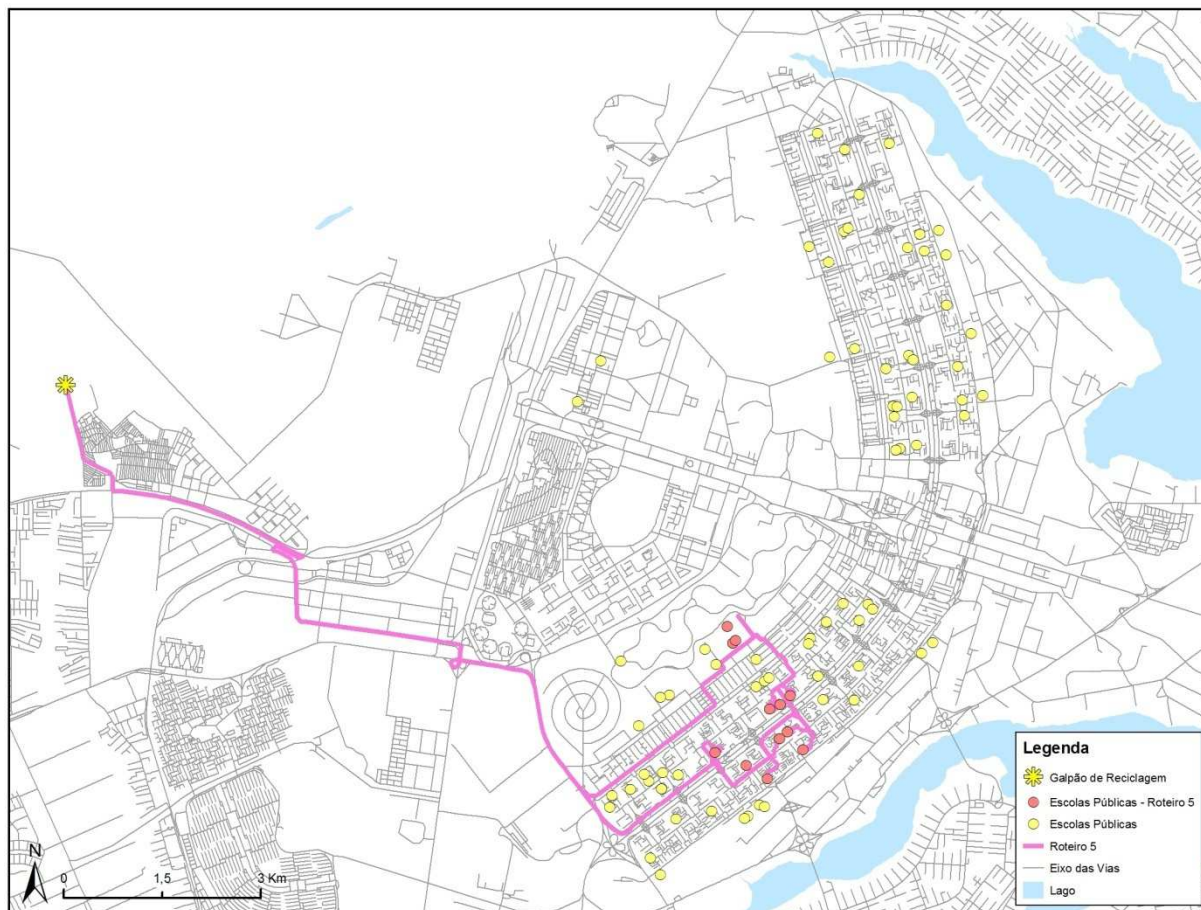


Figura 13 - Roteirização para a coleta de resíduos sólidos - Subroteiro5.

A seguir é apresentado um quadro resumo referente ao quinto roteiro de coleta.

Quadro 12- Quadro resumo - Subroteiro5

Quantidade de escolas atendidas	12
Resíduo dia Total (kg)	3.806,55
Distância percorrida (km)	51,735
Tempo de deslocamento (h)	01:03:48
Tempo Coleta (h)	00:54:00
Tempo Total (h)	01:57:48

- Subroteiro6

O sexto subroteiro para a coleta de resíduo sólido conta com 63,920 km de trajeto, distância percorrida em 02:16:49h. São atendidas 13 (treze) instituições de ensino, sendo que 3 (três) são escolas de ensino infantil, 8 (oito) são escolas de ensino fundamental, uma escola de jovens e adultos e uma escola de música. Esse conjunto de escola produz por dia 3.994 toneladas de resíduos sólidos recicláveis.

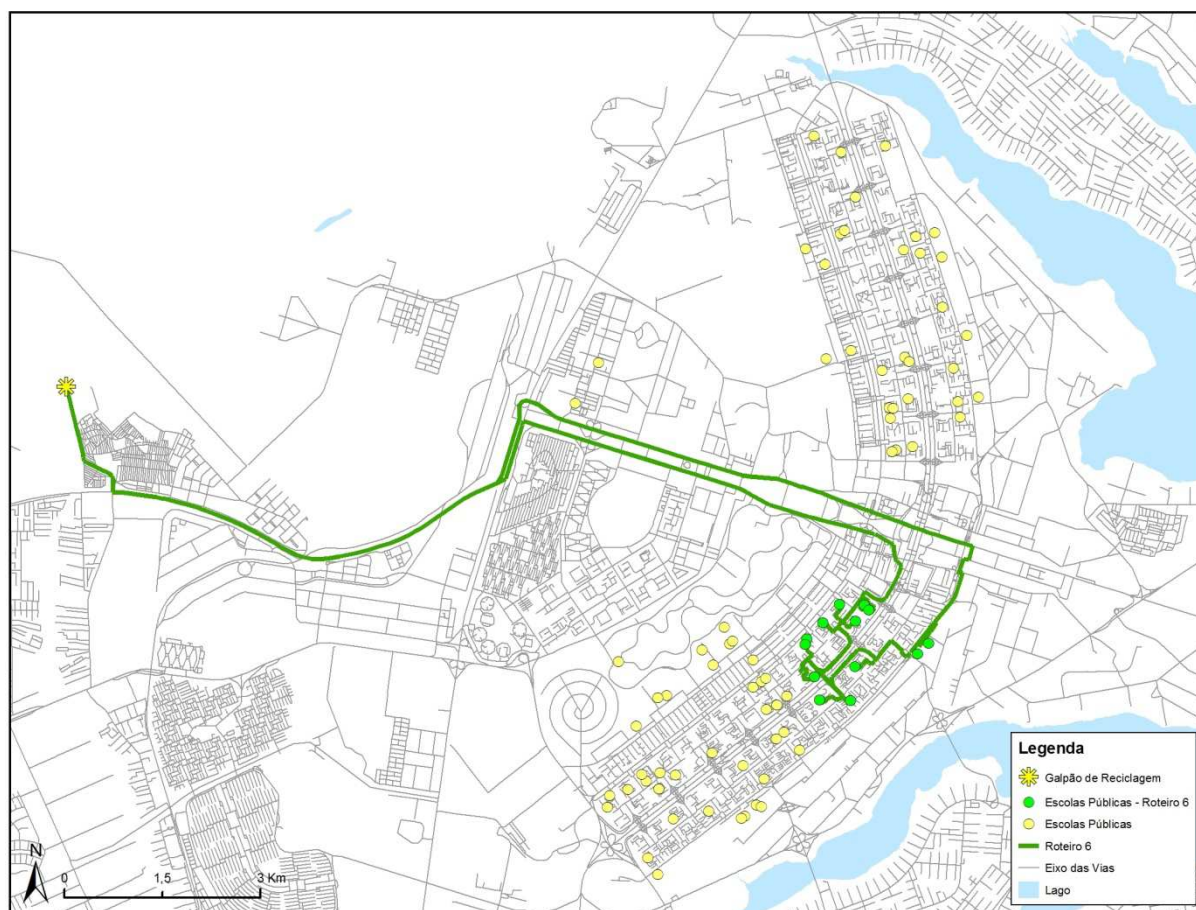


Figura 14 - Roteirização para a coleta de resíduos sólidos - Subroteiro6

A seguir é apresentado um quadro resumo referente ao sexto roteiro de coleta.

Quadro 13- Quadro resumo - Roteiro 6

Quantidade de escolas atendidas	13
Resíduo dia Total (kg)	3.994,86
Distância percorrida (km)	63,920
Tempo de deslocamento (h)	01:18:49
Tempo Coleta (h)	00:58:00
Tempo Total (h)	02:16:49

- Subroteiro7

O sétimo e último subroteiro para a coleta de resíduo sólido conta com 40,564 km de trajeto, distância percorrida em 01:29h. São atendidas 9 (nove) instituições de ensino, sendo que 2 (duas) são escolas de ensino infantil e 7 (sete) são escolas de ensino fundamental. Esse conjunto de escolas produz por dia 1.872 toneladas de resíduos sólidos recicláveis.

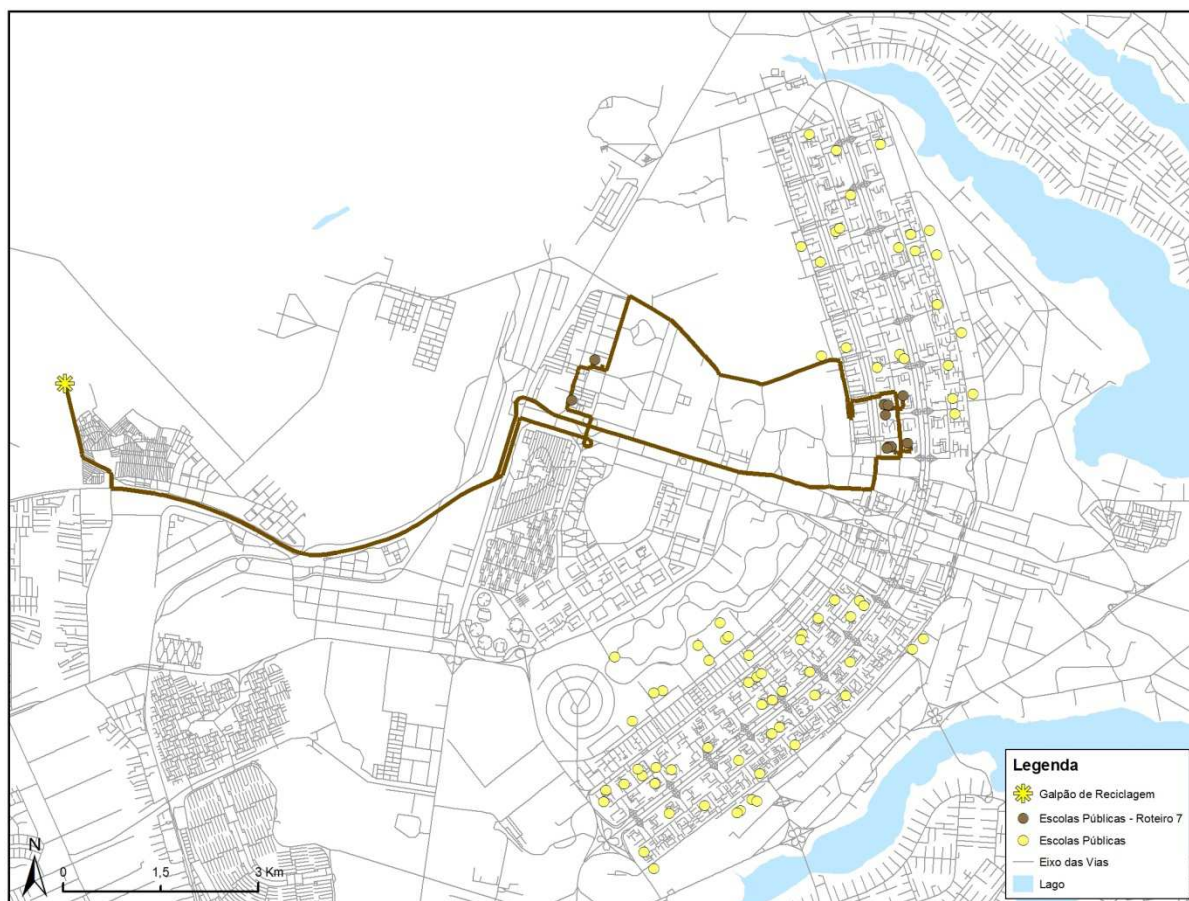


Figura 15 - Roteirização para a coleta de resíduos sólidos - Subroteiro7.

A seguir é apresentado um quadro resumo referente ao sexto subroteiro de coleta.

Quadro 14- Quadro resumo - Subroteiro7

Quantidade de escolas atendidas	9
Resíduo dia Total (kg)	1.872,50
Distância percorrida (km)	40,564
Tempo de deslocamento (h)	00:53:01
Tempo Coleta (h)	00:36:00
Tempo Total (h)	01:29:01

Após a produção das rotas apresentadas conclui-se que para atender todas as escolas públicas serão necessários sete subroteiros de coleta, totalizando aproximadamente 24 toneladas de resíduos recolhidos, 330km de trajeto percorrido e 12 horas de trabalho divididos em duas equipes de motorista e coletores, onde cada equipe trabalhará 6 horas.

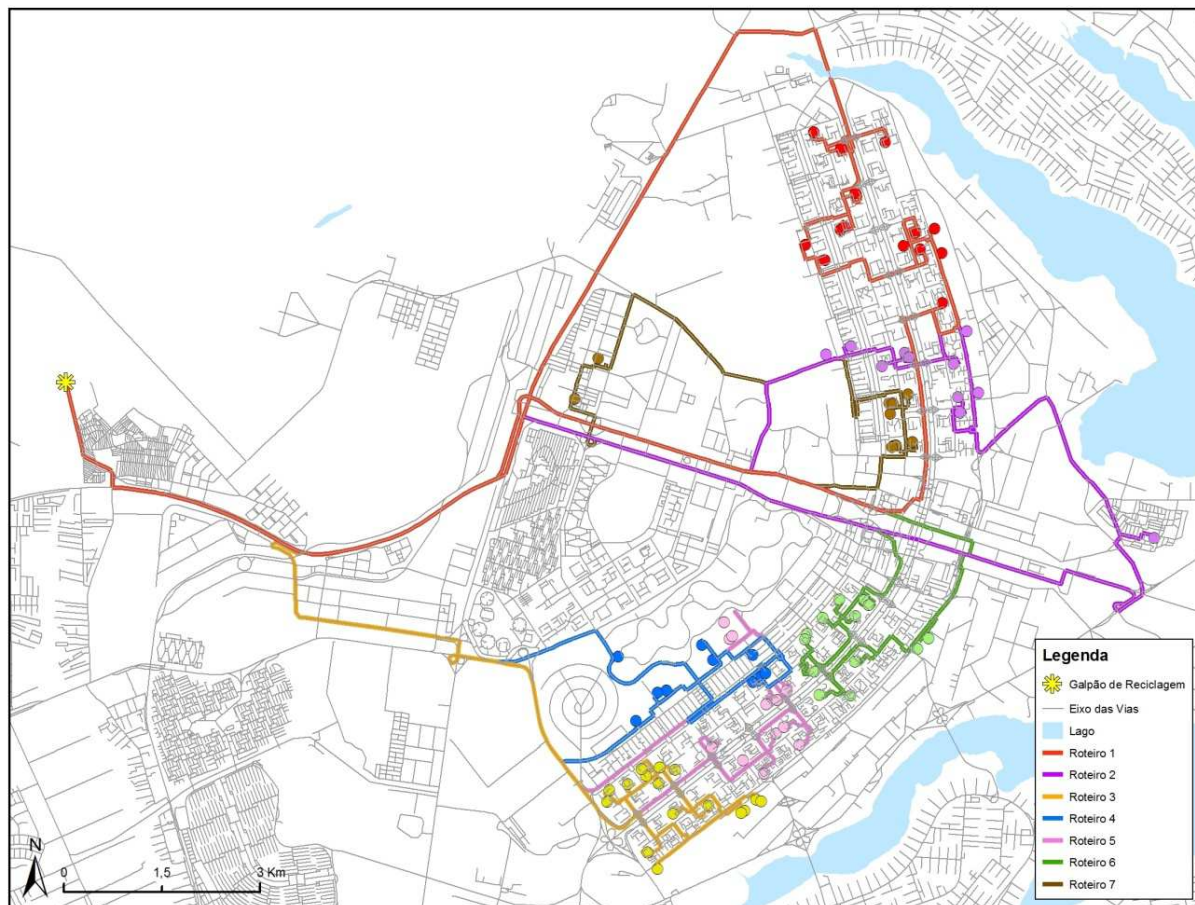


Figura 16 - Roteirização para a coleta de resíduos sólidos.

A seguir é apresentado um quadro resumo referente aos sete subroteiros de coleta.

Quadro 15- Tabela resumo - Subroteiros do 1 ao 7

Roteiros	Resíduo (Kg)	Distancia (Km)	Tempo (h)
Subroteiro1	3.855,20	62,97	02:31:31
Subroteiro2	3.992,73	57,79	02:03:19
Subroteiro3	3.990,56	44,10	01:54:30
Subroteiro4	3.984,25	52,79	01:42:20
Subroteiro5	3.806,55	51,74	01:57:48
Subroteiro6	3.994,86	63,92	02:16:49
Subroteiro7	1.872,50	40,56	01:29:01
Total	23.624,16	333,30	12:26:17

5.2 Resultados da Simulação pela Rotina desenvolvida no *NetworkAnalyst*

Nesta etapa de trabalho utilizou-se a extensão “*Network Analyst*” do ArcGis, que permite a criação e o controle de conjuntos de dados com topologia de rede e oferecer e nesse caso, soluções para geração de rotas. É importante ressaltar a necessidade de aprofundamento dessa ferramenta, tendo em vista que o estudo de caso utilizou apenas uma pequena parcela das inúmeras possibilidades de análise que a extensão permite.

Devido a inconsistências dos dados disponíveis para se realizar esta pesquisa e a indisponibilidade de tempo para a correção e montagem de um novo banco de dados, a área para se desenvolver a ‘Metodologia Computacional’ teve que ser reduzida.

Para dar prosseguimento a pesquisa e comparar as metodologias adotadas (semicomputacional e computacional) apenas um ‘subroteiro’ foi traçado utilizando o método computacional. Na figura a seguir é apresentado o ‘subroteiro 6’, desenvolvido anteriormente no método semicomputacional.

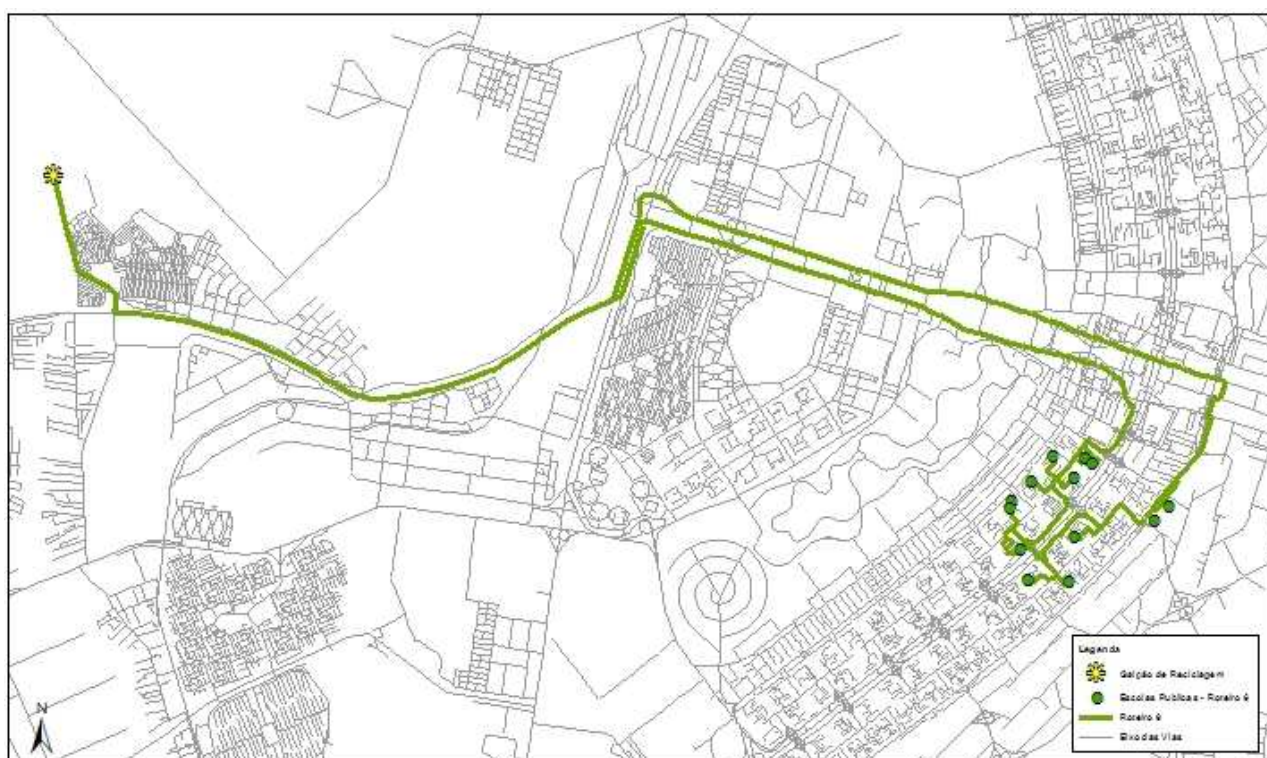


Figura 17 - Subroteiro6 - Método Semicomputacional.

Na imagem a seguir pode-se observar o método adotado nessa etapa do trabalho, onde o usuário determina por onde o caminhão de lixo vai passar.

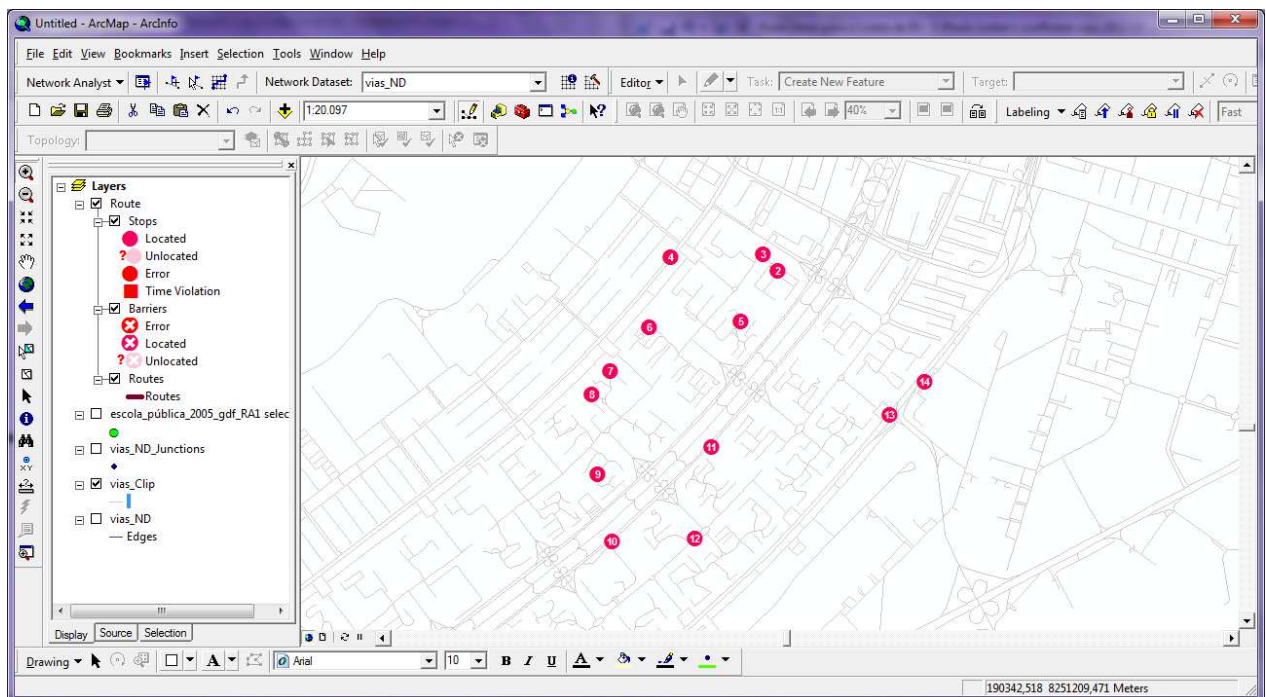
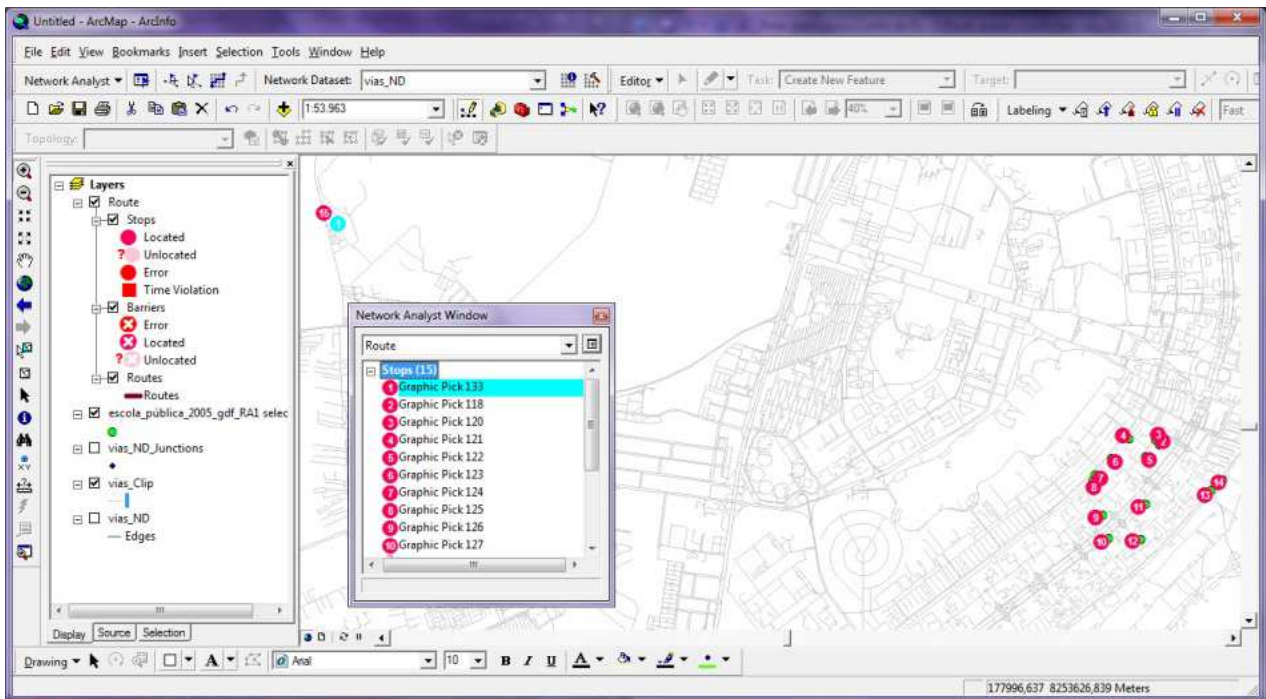


Figura 18 - Detalhe de Roteiro. Fonte: Arquivo próprio.

O único roteiro traçado utilizando o *Network Analyst* conta com 52,41km de trajeto, distância. São atendidas 13 (treze) instituições de ensino, sendo que 3 (três) são escolas de ensino infantil, 8 (oito) são escolas de ensino fundamental, uma escola de jovens e adultos e uma escola de música. Esse conjunto de escola produz por dia 3.855 toneladas de resíduos sólidos recicláveis.

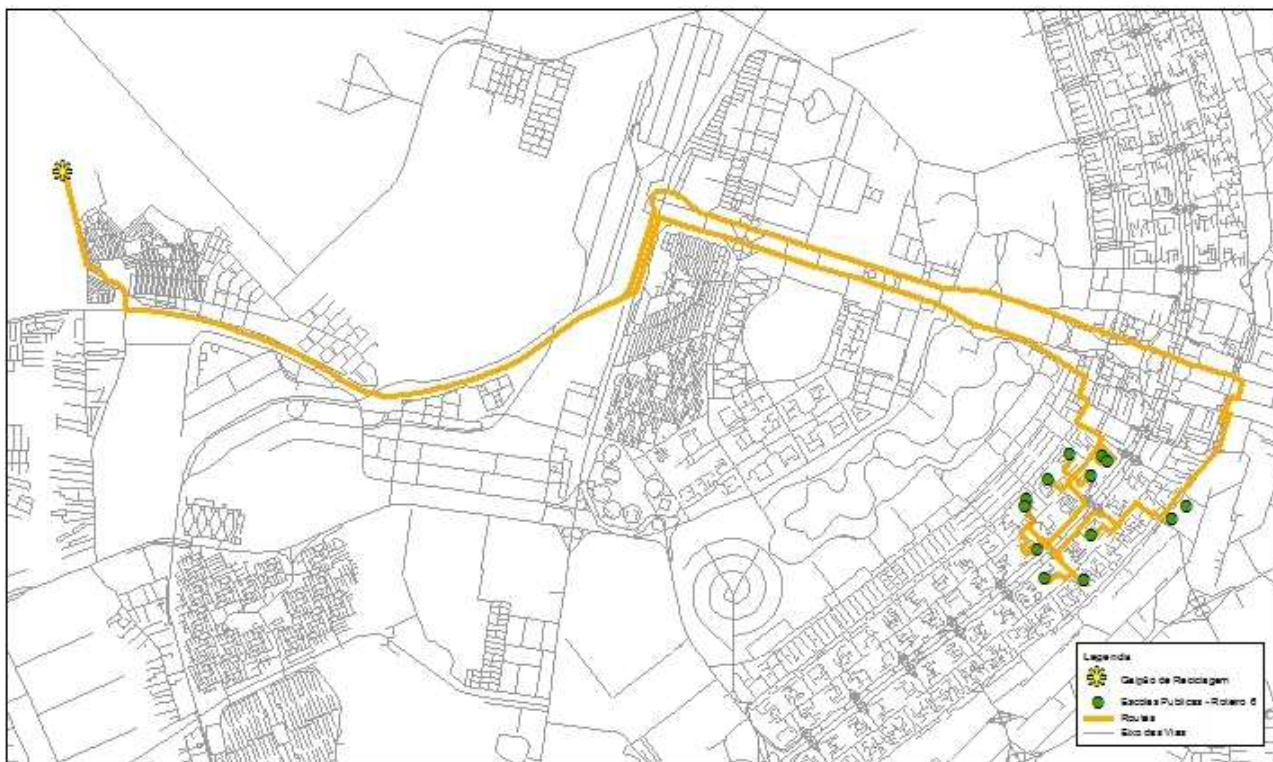


Figura 19 - Roteirização para a coleta de resíduos sólidos – Método Computacional. Fonte: Arquivo próprio.

Diante da praticidade no processo de desenvolvimento da rota também se torna mais eficaz quaisquer ajustes que possam ser necessários devido a mudanças que venham a interferir no roteiro do veículo coletor, como é o caso de restrições pelo acontecimento de eventos públicos, problemas no pavimento de determinados trechos, ou mesmo mudanças no trânsito do local.

5.3 Analise e Comparação dos Resultados Obtidos

Com base nos roteiros elaborados a partir dos dados adquiridos, percebe-se que o *software* (*Network Analyst – ArcGis*) proporcionou resultados com maior rapidez e eficiência em sua concepção, comparando-se com o método baseado no conhecimento empírico.

O que auxilia nos resultados da coleta empírica é a experiência do motorista que conhece as rotas possíveis e com isto diminui muito o percurso e o tempo gasto na coleta diária de resíduos. Mas, os resultados obtidos demonstraram que apenas a experiência do motorista não é suficiente para que a coleta seja feita de modo mais rápido e econômico, ou seja, de forma otimizada.

No 'subroteiro6', que foi analisado nos dois métodos do trabalho, percebeu-se uma redução de 15,72% em relação a distância percorrida pelo caminhão de coleta. Se essa média for mantida nos demais subroteiros, a diferença entre os métodos de roteirização pode chegar a 52,39 km rodados.

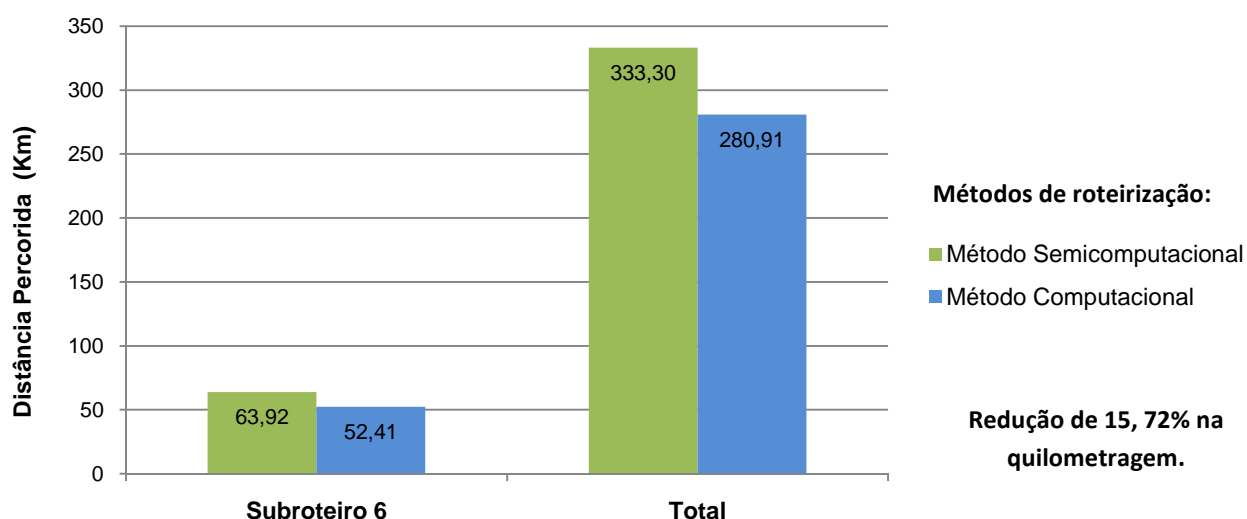


Figura 20 - Gráfico de comparação entre métodos.

Nota-se também que ao reduzir a quilometragem dos roteiros, aumentam-se os valores ganhos com a atividade de coleta seletiva, reduz o tempo de trabalho dos catadores, economiza-se combustível e, conseqüentemente, diminuem-se os gases poluentes lançados na atmosfera pelos caminhões, favorecendo os princípios do desenvolvimento sustentável.

6. Considerações Finais

O trabalho desenvolvido permitiu uma maior familiarização conhecimento de algumas técnicas utilizadas dentro de um ambiente de SIG. Consequentemente, identificaram-se algumas dificuldades gerais, independente da definição do problema de pesquisa. Entre eles,destacam-se: inexistência dos dados; inconsistências dos dados existentes; e, indisponibilidade de tempo para a correção e montagem de um banco de dados.

Nesse sentido, o esforço inicial do trabalho se concentrou basicamente em resgatar a dimensão espacial dos dados disponibilizados e consequentemente, promover um entendimento inicial sobre uma problemática que acontece no espaço. No entanto, utilização do tempo para a correção e adequação de todas as informações, impediu o desenvolvimento de algumas análises e o enriquecimento do trabalho.

É importante salientar que a área de Transportes é carente de estudos relacionados com Geoprocessamento. Apesar do grande potencial de utilização dos SIG's e das suas funções de análise espacial nas áreas de planejamento, operação e gerenciamento dos sistemas de roteirização de veículos, os trabalhos desenvolvidos neste sentido são limitados. A utilização de métodos computacionais, do Sensoriamento Remoto, de técnicas de Estatística Espacial e ferramentas como a *NetworkAnalyst* disponível no ArcGis, podem e devem ser utilizadas por esses profissionais.

7. Referências Bibliográficas

BRASILEIRO, L. A. **Análise do Roteamento de Veículos na Coleta de Resíduos Domésticos, Comerciais e de Serviços de Saúde**. Tese (Livre Docência) UNESP – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2004.

CÂMARA, G. **Anatomia de um SIG**. Fator GIS, Curitiba, 1994.

CASTRO, L. B. **Avaliação do serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares em cidade de médio porte utilizando sistemas de informações geográficas e receptores do sistema de posicionamento por satélite**. Universidade Federal de Uberlândia, 2006.

CUNHA, C. B. **Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais**, 2000.

GOELA, A.; GRUHN, V. A. **General Vehicle Routing Problem**. *European Journal of Operational Research*, 2008.

IPT e CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2. ed. São Paulo. Ed. IPT.

KEENAN, P. B. **Spatial Decision Support Systems for Vehicle Routing**. *Decision Support Systems*, 1998.

PARRA, R.; DANTAS, M. L. S.; PICHLER, E. F. E CUNHA C. B. (2000) **Acondicionamento e Coleta do Lixo**. In: **Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado**. 2ª ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE.

ROVIRIEGO, L. F. V. **Proposta de uma Metodologia para a Avaliação de Sistemas de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Domiciliares**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2005.

SINGER, P.; SOUZA, A. R. **A economia solidária no Brasil: a autogestão como resposta ao desemprego**. São Paulo: Contexto, 2000.

WORRALL, L. *Geographic Information Systems: Developments and Applications*. Belhaven Press, London, 1990.

8. Anexos

- Planilhas do Método Semicomputacional

- Subroteiro1

Desloc.	Escola					Transporte				
	Origem	Destino	Quantidade alunos	Resíduo por Aluno - dia (Kg)	Resíduo dia Total (Kg)	Distância percorrida km	Tempo de deslocamento (h)		Tempo Coleta	Tempo Total
							Vias 60 km/h	Vias 30 km/h		
1	Galpão Cooperativa	Escola Classe 316 Norte	221	0,6292	139,05	6,573	00:18:23	00:13:18	00:04:00	00:35:41
2	Escola Classe 316 Norte	Escola Classe 115 Norte	258	0,6292	162,33	0,951	-	00:01:54	00:04:00	00:05:54
3	Escola Classe 115 Norte	Escola Classe 415 Norte	344	0,6292	216,44	1,685	-	00:03:22	00:04:00	00:07:22
4	Escola Classe 415 Norte	Escola Classe 113 Norte	295	0,6292	185,61	2,610	-	00:05:13	00:04:00	00:09:13
5	Escola Classe 113 Norte	Jardim de Infância 312 Norte	213	0,6292	134,02	1,620	-	00:03:14	00:04:00	00:07:14
6	Jardim de Infância 312 Norte	Escola Classe 312 Norte	279	0,6292	175,55	0,450	-	00:00:53	00:04:00	00:04:53
7	Escola Classe 312 Norte	Centro de Ensino Fundamental 07 de Brasília	890	0,8873	789,70	1,580	-	00:03:09	00:06:00	00:09:09
9	Centro de Ensino Fundamental 07 de Brasília	Escola Classe 711 Norte	308	0,6292	193,79	0,660	-	00:01:19	00:04:00	00:05:19
9	Escola Classe 711 Norte	Escola Classe 409 Norte	469	0,6292	295,09	2,717	-	00:05:26	00:04:00	00:09:26
10	Escola Classe 409 Norte	Escola Parque 210/211 Norte	804	0,6292	505,88	0,821	-	00:01:38	00:04:00	00:05:38
11	Escola Parque 210/211 Norte	Escola Classe 411 Norte	194	0,6292	122,06	0,960	-	00:01:55	00:04:00	00:05:55
12	Escola Classe 411 Norte	Centro de Educação Infantil 01 de Brasília	212	0,6292	133,39	1,460	-	00:02:35	00:04:00	00:06:35
13	Centro de Educação Infantil 01 de Brasília	Centro de Ensino Médio Paulo Freire	712	0,8873	631,76	0,384	-	00:00:46	00:06:00	00:06:46
14	Centro de Ensino Médio Paulo Freire	Escola Classe 407 Norte	163	0,6292	102,56	2,319	-	00:04:38	00:04:00	00:08:38
15	Escola Classe 407 Norte	Galpão Cooperativa	-	-	-	19,800	00:19:48	-	-	00:19:48
Total subroteiro 01					3.787,25	44,590	00:38:11	00:49:20	01:00:00	02:27:31

- Subroteiro2

Desloc.	Escola					Transporte				
	Origem	Destino	Quantidade alunos	Resíduo por Aluno - dia (Kg)	Resíduo dia Total (Kg)	Distância percorrida km	Tempo de deslocamento (h)		Tempo Coleta	Tempo Total
							Vias 60 km/h	Vias 30 km/h		
1	Galpão Cooperativa	Centro de Ensino Fundamental 01 do Planalto	553	0,8873	490,68	23,440	00:23:26		00:06:00	00:29:26
2	Centro de Ensino Fundamental 01 do Planalto	Escola Classe 403 Norte	244	0,6292	153,52	5,670		00:11:20	00:04:00	00:15:20
3	Escola Classe 403 Norte	Jardim de Infância 404 Norte	159	0,6292	100,04	0,310		00:00:37	00:04:00	00:04:37
4	Jardim de Infância 404 Norte	Centro de Ensino Fundamental GAN	505	0,8873	448,09	1,576		00:03:09	00:06:00	00:09:09
5	Centro de Ensino Fundamental GAN	Centro de Ensino Médio Asa Norte - CEAN	680	0,8873	603,36	0,973		00:01:56	00:06:00	00:07:56
6	Centro de Ensino Médio Asa Norte - CEAN	Escola Classe 405 Norte	168	0,6292	105,71	1,100		00:02:12	00:04:00	00:06:12
7	Escola Classe 405 Norte	Jardim de Infância 106 Norte	205	0,6292	128,99	1,450		00:02:54	00:04:00	00:06:54
8	Jardim de Infância 106 Norte	Escola Classe 106 Norte	348	0,6292	218,96	0,350		00:00:42	00:04:00	00:04:42
9	Escola Classe 106 Norte	Escola Classe 306 Norte	419	0,6292	263,63	0,510		00:01:01	00:04:00	00:05:01
10	Escola Classe 306 Norte	Escola Classe 708 Norte	197	0,6292	123,95	1,420		00:02:30	00:04:00	00:06:30
11	Escola Classe 708 Norte	Centro Educacional GISNO	1528	0,8873	1355,79	0,560		00:01:07	00:06:00	00:07:07
12	Centro Educacional GISNO	Galpão Cooperativa	-	-	-	20,430	00:20:25			00:20:25
Total subroteiro 02					3.992,73	57,789	00:43:51	00:27:28	00:52:00	02:03:19

- Subroteiro3

Desloc.	Escola					Transporte				
	Origem	Destino	Quantidade alunos	Resíduo por Aluno - dia (Kg)	Resíduo dia Total (Kg)	Distância percorrida km	Tempo de deslocamento (h)		Tempo Coleta	Tempo Total
							Vias 60 km/h	Vias 30 km/h		
1	Galpão Cooperativa	Jardim de Infância 316 Sul	109	0,6292	68,58	15,460	00:15:27		00:04:00	00:19:27
2	Jardim de Infância 316 Sul	Escola Classe 316 Sul	276	0,6292	173,66	0,360		00:00:25	00:04:00	00:04:25
3	Escola Classe 316 Sul	Escola Classe 315 Sul	308	0,6292	193,79	0,610		00:00:43	00:04:00	00:04:43
4	Escola Classe 315 Sul	Escola Classe 314 Sul	345	0,6292	217,07	1,020		00:01:13	00:04:00	00:05:13
5	Escola Classe 314 Sul	Jardim de Infância 314 Sul	108	0,6292	67,95	0,660		00:00:47	00:04:00	00:04:47
6	Jardim de Infância 314 Sul	Escola Classe 114 Sul	266	0,6292	167,37	0,730		00:00:52	00:04:00	00:04:52
7	Escola Classe 114 Sul	Escola Parque 313/314 Sul	804	0,6292	505,88	0,300		00:00:21	00:04:00	00:04:21
8	Escola Parque 313/314 Sul	Centro de Ensino Fundamental 04 de Brasília	448	0,8873	397,51	0,370		00:00:26	00:06:00	00:06:26
9	Centro de Ensino Fundamental 04 de Brasília	Escola Classe 214 Sul	447	0,6292	281,25	1,490		00:01:49	00:04:00	00:05:49
10	Escola Classe 214 Sul	Escola Classe 413 Sul	194	0,6292	122,06	0,760		00:00:54	00:04:00	00:04:54
11	Escola Classe 413 Sul	Centro de Ensino Médio Setor Leste	1357	0,8873	1204,07	2,040		00:02:26	00:06:00	00:08:26
12	Centro de Ensino Médio Setor Leste	Centro Interescolar de Línguas 02	425	0,2500	106,25	0,000		00:00:00	00:04:00	00:04:00
13	Centro Interescolar de Línguas 02	Centro de Ensino Especial 02 de Brasília	238	0,6292	149,75	0,472		00:00:33	00:04:00	00:04:33
13	Centro de Ensino Especial 02 de Brasília	Centro de Ensino Especial DV	77	0,6292	48,45	0,000		00:00:00	00:04:00	00:04:00
14	Centro de Ensino Especial Deficiente Vis	EC da Ação Social do Planalto	308	0,6292	193,79	1,736		00:02:04	00:04:00	00:06:04
15	EC da Ação Social do Planalto	Escola Classe 416 Sul	148	0,6292	93,12	2,187		00:02:37	00:04:00	00:06:37
16	Escola Classe 416 Sul	Galpão Cooperativa	-	-	-	15,900	00:15:53			00:15:53
Total subroteiro 03					3.990,56	44,095	00:31:20	00:15:10	01:08:00	01:54:30

- Subroteiro4

Desloc.	Escola					Transporte				
	Origem	Destino	Quantidade alunos	Resíduo por Aluno - dia (Kg)	Resíduo dia Total (Kg)	Distância percorrida km	Tempo de deslocamento (h)		Tempo Coleta	Tempo Total
							Vias 60 km/h	Vias 30 km/h		
1	Galpão Cooperativa	Escola Meninos e Meninas do Parque	72	0,6292	45,30	26,362	00:19:38		00:04:00	00:23:38
2	Escola Meninos e Meninas do Parque	Escola Parque 307/308 Sul	804	0,6292	505,88	4,225		00:08:26	00:04:00	00:12:26
3	Escola Parque 307/308 Sul	Jardim de Infância 308 Sul	159	0,6292	100,04	1,511		00:03:01	00:04:00	00:07:01
4	Jardim de Infância 308 Sul	Escola Classe 308 Sul	269	0,6292	169,25	0,118		00:00:14	00:04:00	00:04:14
5	Escola Classe 308 Sul	Jardim de Infância 21 de Abril	150	0,6292	94,38	2,020		00:04:02	00:04:00	00:08:02
6	Jardim de Infância 21 de Abril	Escola do Parque da Cidade	116	0,6292	72,99	2,020		00:04:02	00:04:00	00:08:02
7	Escola do Parque da Cidade	Centro de Ensino Fundamental CASEB	1023	0,6292	643,67	0,304		00:00:36	00:04:00	00:04:36
8	Centro de Ensino Fundamental CASEB	Centro Integrado de Ensino Especial	194	0,6292	122,06	1,120		00:02:14	00:04:00	00:06:14
9	Centro Integrado de Ensino Especial	Centro de Ensino Médio Setor Oeste	1389	0,8873	1232,46	0,300		00:00:36	00:06:00	00:06:36
10	Centro de Ensino Médio Setor Oeste	Centro de Ensino Fundamental Polivalente	1125	0,8873	998,21	0,720		00:01:26	00:06:00	00:07:26
11	Centro de Ensino Fundamental Polivalente	Galpão Cooperativa	-	-	-	14,090	00:14:05			00:14:05
Total subroteiro 04					3.984,25	52,79	00:33:43	00:24:37	00:44:00	01:42:20

- Subroteiro5

Desloc.	Escola					Transporte				
	Origem	Destino	Quantidade alunos	Resíduo por Aluno - dia (Kg)	Resíduo dia Total (Kg)	Distância percorrida km	Tempo de deslocamento (h)		Tempo Coleta	Tempo Total
							Vias 60 km/h	Vias 30 km/h		
1	Galpão Cooperativa	Escola Classe 111 Sul	137	0,6292	86,20	16,900	00:16:53		00:04:00	00:20:53
2	Escola Classe 111 Sul	Escola Parque 210/211 Sul	804	0,6292	505,88	1,650		00:03:18	00:04:00	00:07:18
3	Escola Parque 210/211 Sul	Escola Classe 410 Sul	253	0,6292	159,19	0,810		00:01:37	00:04:00	00:05:37
4	Escola Classe 410 Sul	Escola Classe 209 Sul	161	0,6292	101,30	0,870		00:01:44	00:04:00	00:05:44
5	Escola Classe 209 Sul	Jardim de Infância 208 Sul	160	0,6292	100,67	2,020		00:04:02	00:04:00	00:08:02
6	Jardim de Infância 208 Sul	Centro de Ensino Fundamental 05 de Brasília	501	0,8873	444,54	0,930		00:01:51	00:06:00	00:07:51
7	Centro de Ensino Fundamental 05 de Brasília	Jardim de Infância 108 Sul	122	0,6292	76,76	1,740		00:03:28	00:04:00	00:07:28
8	Jardim de Infância 108 Sul	Escola Classe 108 Sul	282	0,6292	177,43	0,360		00:00:43	00:04:00	00:04:43
9	Escola Classe 108 Sul	Centro de Ensino Fundamental 02 de Brasília	224	0,8873	198,76	1,050		00:02:05	00:06:00	00:08:05
10	Centro de Ensino Fundamental 02 de Brasília	Centro Integrado de Educação Física	350	0,2500	87,50	2,020		00:04:02	00:04:00	00:08:02
11	Centro Integrado de Educação Física	Centro Interescolar de Línguas 01	1500	0,2500	375,00	0,715		00:01:25	00:04:00	00:05:25
12	Centro Interescolar de Línguas 01	Centro de Ensino Médio Elefante Branco	1683	0,8873	1493,33	0,000		00:00:00	00:06:00	00:06:00
13	Centro de Ensino Médio Elefante Branco	Galpão Cooperativa	-	-	-	22,670	00:22:40			00:22:40
Total subroteiro 05					3.806,55	51,735	00:39:33	00:24:15	00:54:00	01:57:48

- Subroteiro6

Desloc.	Escola					Transporte				
	Origem	Destino	Quantidade alunos	Resíduo por Aluno - dia (Kg)	Resíduo dia Total (Kg)	Distância percorrida km	Tempo de deslocamento (h)		Tempo Coleta	Tempo Total
							Vias 60 km/h	Vias 30 km/h		
1	Galpão Cooperativa	Jardim de Infância 102 Sul	129	0,6292	81,17	26,830	00:28:49		00:04:00	00:32:49
2	Jardim de Infância 102 Sul	Escola Classe 102 Sul	305	0,6292	191,91	0,610		00:01:13	00:04:00	00:05:13
3	Escola Classe 102 Sul	Centro de Ensino Fundamental 03 de Brasília	421	0,8873	373,55	1,320		00:02:38	00:06:00	00:08:38
4	Centro de Ensino Fundamental 03 de Brasília	Jardim de Infância 303 Sul	118	0,6292	74,25	0,640		00:01:16	00:04:00	00:05:16
5	Jardim de Infância 303 Sul	Escola Classe 304 Sul	165	0,6292	103,82	0,730		00:01:27	00:04:00	00:05:27
6	Escola Classe 304 Sul	Escola Classe 305 Sul	315	0,6292	198,20	1,930		00:03:51	00:04:00	00:07:51
7	Escola Classe 305 Sul	Jardim de Infância 305 Sul	114	0,6292	71,73	0,160		00:00:19	00:04:00	00:04:19
8	Jardim de Infância 305 Sul	Centro de Ensino Fundamental 01 de Brasília	392	0,8873	347,82	1,010		00:02:01	00:06:00	00:08:01
9	Centro de Ensino Fundamental 01 de Brasília	Escola Classe 206 Sul	228	0,6292	143,46	1,720		00:03:26	00:04:00	00:07:26
10	Escola Classe 206 Sul	Centro de Ensino Fundamental 405 Sul	511	0,8873	453,41	0,620		00:01:14	00:06:00	00:07:14
11	Centro de Ensino Fundamental 405 Sul	Escola Classe 204 Sul	180	0,6292	113,26	1,890		00:03:46	00:04:00	00:07:46
12	Escola Classe 204 Sul	Escola de Música de Brasília	550	0,6292	346,06	2,140		00:04:16	00:04:00	00:08:16
13	Escola de Música de Brasília	CED Jovens eAdultos - CESAS	2378	0,6292	1496,24	0,250		00:00:29	00:04:00	00:04:29
14	CED Jovens eAdultos - CESAS	Galpão Cooperativa				24,070	00:24:04			00:24:04
Total subroteiro 06					3.994,86	63,920	00:52:53	00:25:56	00:58:00	02:16:49

- Subroteiro7

Desloc.	Escola					Transporte				
	Origem	Destino	Quantidade alunos	Resíduo por Aluno - dia (Kg)	Resíduo dia Total (Kg)	Distância percorrida km	Tempo de deslocamento (h)		Tempo Coleta	Tempo Total
							Vias 60 km/h	Vias 30 km/h		
1	Galpão Cooperativa	Escola Classe Vila do RCG	108	0,6292	67,95	2,887	00:02:53		00:04:00	00:06:53
2	Escola Classe Vila do RCG	Escola Classe do SMU	254	0,6292	159,82	0,950		00:01:53	00:04:00	00:05:53
3	Escola Classe do SMU	Jardim de Infância 304 Norte	136	0,6292	85,57	8,938		00:17:52	00:04:00	00:21:52
4	Jardim de Infância 304 Norte	Escola Classe 304 Norte	280	0,6292	176,18	0,000		00:00:00	00:04:00	00:04:00
5	Escola Classe 304 Norte	Centro de Ensino Fundamental 104 Norte	518	0,6292	325,93	0,600		00:01:12	00:04:00	00:05:12
6	Centro de Ensino Fundamental 104 Norte	Escola Parque 303/304 Norte	804	0,6292	505,88	0,402		00:00:48	00:04:00	00:04:48
7	Escola Parque 303/304 Norte	Centro de Ensino Fundamental 102 Norte	497	0,6292	312,71	0,886		00:01:46	00:04:00	00:05:46
8	Centro de Ensino Fundamental 102 Norte	Escola Classe 302 Norte	257	0,6292	161,70	0,673		00:01:20	00:04:00	00:05:20
9	Escola Classe 302 Norte	Jardim de Infância 302 Norte	122	0,6292	76,76	0,000		00:00:00	00:04:00	00:04:00
10	Jardim de Infância 302 Norte	Galpão Cooperativa			0,00	25,228	00:25:17			00:25:17
Total subroteiro 07					1.872,50	40,564	00:28:10	00:24:51	00:36:00	01:29:01